



**TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501**

**PERENCANAAN ULANG JALAN TOL  
MOJOKERTO -KERTOSONO (MOKER) SESI II  
PADA STA 8+000 - 11+000 MENGGUNAKAN  
PERKERASAN KAKU METODE AASHTO 1993  
DAN Pd-T-14-2003**

**Eka Indriani**  
**NRP.3114 030 007**

**Ahmad Faqihul Muqoddam**  
**NRP. 3114 030 022**

**DOSEN PEMBIMBING**  
**Ir. Sulchan Arifin,M.Eng**  
**NIP. 19571119 198503 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
**FAKULTAS VOKASI**  
**INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER**  
**SURABAYA 201**



**TUGAS AKHIR TERAPAN - RC 145501**

**PERENCANAAN ULANG JALAN TOL  
MOJOKERTO -KERTOSONO (MOKER) SESI II  
PADA STA 8+000 - 11+000 MENGGUNAKAN  
PERKERASAN KAKU METODE AASHTO 1993  
DAN Pd-T-14-2003**

**Eka Indriani  
NRP.3114 030 007**

**Ahmad Faqihul Muqoddam  
NRP. 3114 030 022**

**DOSEN PEMBIMBING  
Ir. Sulchan Arifin,M.Eng  
NIP. 19571119 198503 1 001**

**PROGRAM STUDI DIPLOMA TIGA TEKNIK SIPIL  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
FAKULTAS VOKASI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA 2017**



**FINAL PROJECT - RC 145501**

**REPLANNING            MOJOKERTO-KERTOSONO  
(MOKER) HIGHWAY ROAD SECTION II AT STA  
8+000-11+000    USING   RIGID   PAVEMENT  
AASTHO 1993 AND Pd-T-14-2003 METHODS**

**Eka Indriani  
NRP.3114 030 007**

**Ahmad Faqihul Muqoddam  
NRP. 3114 030 022**

**COUNSELOR LECTURE  
Ir. Sulchan Arifin,M.Eng  
NIP. 19571119 198503 1 001**

**DIPLOMA III CIVIL ENGINEERING STUDY PROGRAM  
INFRASTRUCTURE CIVIL ENGINEERING DEPARTMENT  
FACULTY OF VOCATIONAL  
SEPULUH NOPEMBER INSTITUTE OF TECHNOLOGY  
SURABAYA 2017**

**PERENCANAAN ULANG JALAN TOL MOJOKERTO-  
KERTOSONO (MOKER) SESI II PADA STA 8+000-11+000  
MENGUNAKAN PERKERASAN KAKU METODE  
AASHTO 1993 DAN P4-T-14-2003**

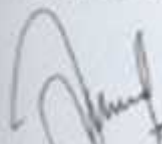
Disusun untuk mengusulkan gagasan tugas akhir terapan  
sebagai salah satu syarat kelulusan pada  
Diploma III Teknik Sipil  
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya


Surabaya, 18 Juli 2017

Disusun oleh :

Mahasiswa I

Mahasiswa II

  
Eka Indriani  
NRP. 3114030007

  
Ahmad Faqihul M  
NRP. 3114030022

Mengetahui,  
Dosen Pembimbing  
  
Ir. Sulchan Arifin, M.Eng  
NRP. 195711191985031001

19 JUL 2017



**BERITA ACARA**  
**UJIAN TUGAS AKHIR TERAPAN**  
**DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL**  
**FAKULTAS VOKASI-ITS**

PROGRAM DIPLOMA III  
KOSENTRASI BANGUNAN TRANSPORTASI

Nomor Agenda :  
037713/IT2.V1.B.1/PP.06.00  
/2017

Tanggal Ujian :  
5 Juli 2017

Judul Proyek Akhir	Perencanaan Ulang Perkerasan Jalan Tol Mojokerto - Kertosono (Moker) Sesi II pada STA 8+000 - 11+000 Menggunakan Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 dan Pd-T-14-2003		
Nama Mahasiswa 1	Eka Indriani	NRP	3110403007
Nama Mahasiswa 2	Ahmad Faqihul Muqoddam	NRP	3114030022
Dosen Pembimbing 1 NIP: 19571119 198503 1 001	Ir. Sulchan Arifin, M.Eng	Tanda tangan	
Dosen Pembimbing 2 NIP:		Tanda tangan	

URAIAN REVISI	Dosen Penguji
<div></div>	<div> Ir. Sulchan Arifin, M.Eng NIP: 19571119 198503 1 001</div>
<div>✓ <i>Cara ulang cara pemrosesan grafik 2 yg sebelumnya ada ketidaklengkapan</i></div> <div>✓ <i>Diagram profil pondasi @ setiap 10m</i></div> <div>✓ <i>Detail Pondasi ditunjukkan &amp; detail dimensi</i></div>	<div> Dr. Machsus, ST, MT NIP: 19730914 200501 1 002</div>
<div>✓ <i>Dimensi balok &amp; pondasi ditunjukkan melalui foto detail</i></div> <div>✓ <i>Dimensi pondasi &amp; balok ditunjukkan</i></div> <div>✓ <i>Detail Pondasi ditunjukkan &amp; detail dimensi</i></div> <div>✓ <i>Detail Pondasi ditunjukkan &amp; detail dimensi</i></div>	<div> Ir. Dunes Indratno, MT NIP: 19530323 198502 1 001</div>

PERSETUJUAN HASIL REVISI			
Dosen Penguji 1	Dosen Penguji 2	Dosen Penguji 3	Dosen Penguji 4
<div> Ir. Sulchan Arifin, M.Eng NIP: 19571119 198503 1 001</div>	<div> Dr. Machsus, ST, MT NIP: 19730914 200501 1 002</div>	<div> Ir. Dunes Indratno, MT NIP: 19530323 198502 1 001</div>	<div></div>

	Pembimbing 1	Pembimbing 2	Pembimbing 3
Persetujuan Dosen Pembimbing Untuk Penjiwaan Buku Laporan Tugas Akhir Terapan	<div> Ir. Sulchan Arifin, M.Eng NIP: 19641114 198903 1 001</div>	<div></div>	<div></div>





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI  
DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL  
Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60115  
Telp. 031-8547837 Fax. 031-5438025  
<http://www.its.ac.id>

ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1. Eka Indrawati 2. Alvin P. Fadhul M  
NRP : 1. 51552007 2. 514090012  
Judul Tugas Akhir : Perencanaan ulang Perkerataasan Jalan Tol Mojokerto - Kertosono (AKKER) Jersi II Rasio 1:1 81000 - 111000 menggunakan Perkerataasan Kaku Metode AASHTO 1993 dan Rd-T-2003.  
Dosen Pembimbing : Ir. Sudhan Arifin, M.Eng

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1.	14-Feb-2019	- Lanjutkan - Buku metode yang dipakai - RAB yang dipakai adalah yang paling kecil		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2.	2-Maret-2019	- Pelajari Data LRA - Pelajari Metode AASHTO Lagi - Pelajari Lampiran B Metode AASHTO		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3.	15-Maret-2019	- Gambar yang dipakai gambar sekitaran Ggk, ngga trsek betum diambil		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4.	17-April-2019	- Dikata menyusun ke Ak - Lanjutkan		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5.	25-April-2019	- Gambar detail saluran drainase - Belajar lagi kerkatanya		B	C	K
				<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

SEL  
B = Lulus sesuai dari jadwal  
C = Berkas dengan jadwal  
K = Terlambat dari jadwal







# KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI, DAN PENDIDIKAN TINGGI

INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER

FAKULTAS VOKASI

DEPARTEMEN TEKNIK INFRASTRUKTUR SIPIL

Kampus ITS, Jl. Menur 127 Surabaya 60116

Telp. 031-5947837 Fax. 031-5838025

<http://www.its.ac.id>

## ASISTENSI TUGAS AKHIR TERAPAN

Nama : 1 Eka Indriani 2 Rizka Nur  
 NRP : 1 101010011 2 101010012  
 Judul Tugas Akhir : Perencanaan ulang Perkerasan Jalan di Masjid -  
 Kartasana (MAKER) Jati B Prada STA 87000 - STA 117000  
 Menggunakan Perkerasan Kaku Metode AASHTO 1993 dan FH-T-44-300  
 Dosen Pembimbing : Ir. Ruchan Angin, M.Eng

No	Tanggal	Tugas / Materi yang dibahas	Tanda tangan	Keterangan		
1	12 Mei 2017	- Membuat site plan jalan tol. - Gambar yang menunjukkan detail - Gambar detail sambungan. - Spesifikasi semen dan campuran		<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	16 Juni 2017	- Baku Uur sistem Manual saja detail sambungan juga dibuat. - Cross section per 100m saja - Tanpa bond breaker. (tidak usah fake bond breaker)		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Legenda

- B = Lebih cepat dari jadwal
- C = Sesuai dengan jadwal
- K = Terlambat dari jadwal



**PERENCANAAN ULANG JALAN TOL  
MOJOKERTO-KERTOSONO (MOKER) SESI II  
PADA STA 8+000-11+000 MENGGUNAKAN  
PERKERASAN KAKU METODE AASHTO 1993 DAN  
Pd-T-14-2003**

**Disusun Oleh :**

**Nama Mahasiswa : Eka Indriani**  
**NRP : 3114030007**  
**Jurusan : Departemen Teknik Infrastruktur**  
**Sipil – Fakultas Vokasi – ITS**

**Nama Mahasiswa : Ahmad Faqihul Muqoddam**  
**NRP : 3114030022**  
**Jurusan : Departemen Teknik Infrastruktur**  
**Sipil – Fakultas Vokasi – ITS**

**Dosen Pembimbing : Ir. Sulchan Arifin,M.Eng**  
**NIP : 19571119 198503 1 001**

**ABSTRAK**

Jalan merupakan salah satu sarana penghubung darat yang mempunyai peranan penting dalam kehidupan manusia baik dalam ekonomi maupun sosial. Disisi lain pertumbuhan penduduk setiap tahunnya semakin meningkat, maka jalan mempunyai peranan penting untuk memenuhi kebutuhan-kebutuhan masyarakat baik sebagai akses perekonomian maupun sosial. Dalam perencanaan jalan kenyamanan dan keamanan jalan merupakan hal terpenting. Seperti pada perencanaan jalan Tol Mojokerto-Kertosono.

Rencana pembangunan Jalan Tol Kertosono-Mojokerto (MOKER) merupakan program pemerintah untuk mengatasi pertumbuhan lalu lintas di kabupaten Mojokerto dan kabupaten Jombang yang mana Jalan Tol ini akan terhubung dengan Jalan

Tol Surabaya- Mojokerto. Pada tugas akhir ini, perencanaan jalan tol MOKER dibatasi pada Sesi II STA 8+000-11+000.

Perencanaan jalan tol memiliki beberapa tahapan yaitu pengumpulan data-data yang dibutuhkan, mengolah data lalu lintas, analisa geometrik, perencanaan tebal perkerasan jalan menggunakan metode AASTHO 1993 dan Pd-T-14-2003, perencanaan sambungan, perencanaan drainase dan gambar rencana. Hasil penghitungan perencanaan jalan Tol MOKER Sesi II STA 8+000 – 11+000 untuk analisa kapasitas jalan memenuhi persyaratan yaitu pada awal tahun rencana  $DS = 0,15$  dan akhir umur rencana  $DS = 0,84$  dengan syarat  $DS < 0,85$ . Analisa geometrik jalan untuk alinyemen horizontal memenuhi syarat yaitu  $R_{rencana} = 6000 \text{ m} > R_{min} = 365 \text{ m}$  dan  $Lc < 2 \text{ Tc}$ . Sedangkan alinyemen vertikal memiliki kelandaian maksimal 3% (datar) maka untuk kelandaian  $< 5\%$  diasumsikan **tidak terjadi lengkung cembung maupun lengkung cekung**. Hasil perencanaan tebal perkerasan untuk **metode AASTHO 1993 sebesar 300 mm** dan metode **Pd-T-14-2003 sebesar 260 mm**. **Perbedaan perencanaan** metode AASTHO 1993 dan Pd-T-14-2003 yaitu pada **hitungan lalu lintas rencana, spesifikasi Jenis Kendaraan, parameter desain tebal perkerasan, tingkat perencanaan, analisa penerimaan desain, dan kondisi drainase**. Tebal perkerasan metode Pd-T-14-2003 sebagai acuan perencanaan sambungan. Dimensi perencanaan **drainase tepi menggunakan tipe persegi dengan dimensi  $b = 1 \text{ m}$ ;  $h = 1 \text{ m}$ , drainase tengah menggunakan tipe persegi dengan  $b = 0,5$ ;  $h = 0,6$** .

Total biaya yang dibutuhkan pada jalan Tol MOKER Sesi II STA 8+000 – 11+000 dengan acuan HSPK Mojokerto 2016 dan tebal perkerasan terpilih yaitu metode Pd-T-14-2003 dengan tebal perkerasan 290 mm sebesar **Rp. 87.011.114.545,76**.

***Kata kunci : Tol MOKER, Metode AASTHO 1993, Metode Pd-T-14-2003, Tebal Perkerasan***

**REPLANNING MOJOKERTO-KERTOSONO  
(MOKER) HIGHWAY ROAD SECTION II AT STA  
8+000-11+000 USING RIGID PAVEMENT AASTHO  
1993 AND Pd-T-14-2003 METHODS**

**Composed By :**

<b>1<sup>st</sup> Name Student</b>	<b>: Eka Indriani</b>
<b>NRP</b>	<b>: 3114030007</b>
<b>Study Program</b>	<b>: Infrastructure Civil Engineering Departments – Faculty of Vocational – ITS</b>

<b>1<sup>st</sup> Name Student</b>	<b>: Ahmad Faqihul Muqoddam</b>
<b>NRP</b>	<b>: 3114030091</b>
<b>Study Program</b>	<b>: Infrastructure Civil Engineering Departments – Faculty of Vocational – ITS</b>

<b>Counselor Lecture</b>	<b>: Ir. Sulchan Arifin., M.Eng</b>
<b>NIP</b>	<b>: NIP. 19571119 198503 1 001</b>

**ABSTRACT**

Road is one of the land connector facility that has an important role in human's life, for economy's life as good as for social's life. On the other hand, population growth for every year is increased, so the road has an important role for fulfilling the need of people, for economy's access as well as social. On the planning of road, comfort and safety are very important. Just like the planning of Mojokerto-Kertosono Highway road.

The plan of building the Mojokerto-Kertosono (MOKER) Highway is the government's program to resolve the traffic growth's of the kabupaten Mojokerto and kabupaten Jombang which is this highway will connected to Surabaya-Mojokerto

Highway. In this final project, the planning of MOKER highway is limited between Section II STA. 8+000 - 11+000.

The planning of highway has some stages that is collecting data that needed, processing the traffic data, geometric analysis, planning the thickness of the pavement using AASTHO 1993 and Pd-T-14-2003 methods, connector planning, drainage planning and the picture plan. The result of the calculation of the MOKER section II STA. 8+000 - 11+000 highway planning for road capacity analysis meet the requirement, which is the first year of planning  $DS = 0,15$  and the end of life plan  $DS = 0,84$  with the provision of  $DS < 0,85$ . The road geometric analysis for horizontal alignment meet the requirement which is  $R_{rencana} = 6000 \text{ m} > R_{min} = 365 \text{ m}$  dan  $L_c < 2 T_c$ . While the vertical alignment has slopiness maximum 3% (flat) then for slopiness  $< 5\%$  asumed to not convex arcing occurs and convace either. The result of the planning thickness for AASTHO 1993 method is 300 mm and for Pd-T-14-2003 method is 260 mm. The difference calculation method between AASTHO 1993 and Pd-T-14-2003 is calculation traffic plan, vehicle specification, design pavement thickness parameter, planning level, design acceptment analysis and drainage condition. The thickness pavement of Pd-T-14-2003 method as reference to planning th connector. The planning dimation of the side drainage is using square type with  $b = 1 \text{ m}$ ;  $h = 1 \text{ m}$  dimation, as well as the middle drainage using the square type with  $b = 0,5$ ;  $h = 0,6$  dimation.

The total cost that needed on MOKER highway section II STA. 8+000 - 11+000 road with HSPK Mojokerto 2016 as reference and the selected thickness pavement method which is Pd-T-14-2003 with 290 mm thick is Rp. 87.011.114.545,76.

***Keyword : MOKER highway, AASTHO 1993 method, Pd-T-14-2003 method, Pavement Thickness.***

## KATA PENGANTAR

Bismillahirrohmanirrohim.

Dengan mengucapkan syukur Alhamdulillah kepada Allah SWT atas segala Rahmat dan Ridho-Nya yang diberikan kepada umat-Nya, sehingga kami dapat menyelesaikan Proposal Tugas Akhir yang berjudul “Perencanaan Ulang Jalan Tol Mojokerto-Kertosono (MOKER) Sesi II pada STA 8+000-11+000 Menggunakan Perkerasan Kaku Metode AASTHO 1993 dan Pd-T-14-2003”.

Proposal Tugas Akhir merupakan salah satu syarat akademik yang harus ditempuh mahasiswa untuk menyelesaikan pendidikan di Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Proposal Tugas Akhir ini dapat tersusun dan terselesaikan berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini kami mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan Tugas Akhir Terapan ini. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada yang terhormat:

1. Bapak Ir. Sulchan Arifien M.Eng selaku dosen pembimbing dalam Tugas Akhir Terapan ini.
2. Segenap Dosen dan Staf Pengajar pada program studi Diploma III.
3. Orangtua dan keluarga kami yang telah memberi dorongan baik moral maupun materil yang tak terhingga, sehingga kami dapat menyelesaikan Tugas Akhir Terapan ini.
4. Rekan – rekan mahasiswa jurusan Departemen Teknik Infrastruktur Sipil ITS Surabaya khususnya kelas BT’14 yang telah banyak membantu penyelesaian Tugas Akhir Terapan ini.

Surabaya, 12 Syawal 1438

Penulis

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*



## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	i
ABSTRACT .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL .....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xvii
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Lokasi Studi.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Jenis Perkerasan Jalan .....	7
2.2 Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ).....	7
2.3 Jenis-Jenis Perkerasan Kaku ( <i>Rigid Pavement</i> ) .....	7
2.4 Analisa Kapasitas Jalan .....	8
2.4.1 Arus lalu lintas.....	8
2.4.2 Analisa Kapasitas .....	10
2.4.3 Kapasitas Dasar ( $C_0$ ).....	10
2.4.4 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur ( $FC_L$ ) .....	11
2.4.5 Faktor Penyesuaian Pemisah Arah ( $FC_{PA}$ ) .....	11
2.4.6 Derajat Kejenuhan (DS) .....	11
2.5 Kontrol Geometrik Jalan .....	12
2.5.1 Arus lalu lintas.....	12
2.5.2 Arus lalu lintas.....	17
2.5.3 Alinyemen Vertikal .....	38
2.5.4 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal .....	45
2.6 Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku .....	46
2.6.1 Metode Perencanaan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003 .....	46

2.6.2	Metode American Associate of State Highway and Transportation Official 1993 (AASHTO 1993) .....	57
2.7	Perencanaan Drainase.....	66
2.7.1	Menghitung Intensitas Curah Hujan.....	66
2.7.2	Kurva Basis .....	69
2.7.3	Menghitung Koefisien Aliran Rata – Rata .....	70
2.7.4	Menghitung Luas Daerah Pengaliran .....	71
2.7.5	Menghitung Debit Air (Q).....	71
2.7.6	Menghitung Kemiringan Saluran .....	72
2.8	Rencana Anggaran Biaya .....	73
<b>BAB III METODOLOGI PELAKSANAAN.....</b>		<b>75</b>
3.1	Umum.....	75
3.2	Data yang Diperoleh.....	75
3.2.1	Data Primer.....	75
3.2.2	Data Sekunder.....	75
3.3	Analisa Data Metode Pd-T-14-2003.....	76
3.4	Analisa Data Metode AASHTO 1993.....	77
3.5	Perencanaan Drainase.....	79
3.6	Gambar Rencana .....	79
3.7	Perhitungan Rencana Anggaran Biaya .....	79
3.8	Kesimpulan.....	79
<b>BAB IV ANALISA DATA .....</b>		<b>89</b>
4.1	Umum.....	89
4.2	Pengumpulan Daten.....	89
4.2.1	Peta Lokasi Proyek .....	89
4.2.2	Pengumpulan data CBR Tanah.....	89
4.2.3	Pengumpulan data LHR.....	91
4.2.4	Data Perekonomian.....	92
4.2.5	Data Curah Hujan .....	93
4.3	Pengolahan Data.....	94
4.3.1	Data Curah Hujan .....	94
4.3.2	Pengolahan Data Lalin.....	96
4.3.3	Pengolahan Data Curah Hujan .....	99
<b>BAB V PERENCANAAN STRUKTUR JALAN.....</b>		<b>101</b>
5.1	Analisa Kapasitas Rencana Jalan .....	101

5.1.1	Menentukan Kapasitas Dasar ( $C_o$ ).....	101
5.1.2	Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lalu Lintas ( $FC_L$ ) .....	104
5.1.3	Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{PA}$ ).....	104
5.1.4	Menghitung Nilai Kapasitas ( $C$ ).....	104
5.1.5	Menghitung Nilai Arus Total Lalu Lintas ( $Q$ )...	104
5.1.6	Menghitung Derajat Kejenuhan ( $DS$ ).....	105
5.1.7	Menghitung Kapasitas Rencana dengan 4 Lajur 2 Arah	107
5.2	Kontrol Geometrik Jalan .....	108
5.2.1	Penentuan Karakteristik Perencanaan Jalan .....	108
5.2.2	Alinyemen Horizontal .....	109
5.2.3	Alinyemen Vertikal .....	110
5.3	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan .....	111
5.3.1	Perhitungan Tebal Pondasi Bawah Minimum...	111
5.3.2	Kekuatan Beton Semen .....	111
5.3.3	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Beton Metode SNI Pd-T-14-2003 .....	111
5.3.4	Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Beton Metode ASSHTO 1993 .....	145
5.4	Perbandingna Perencanaan Perkerasan Jalan Beton antara Metode SNI Pd-T-14-2003 dan ASSHTO 1993.....	156
5.5	Perencanaan Sambungan Perkerasan .....	159
5.5.1	Sambungan Susut Melintang ( <i>Constraction Joint</i> )	159
5.5.2	Sambungan Memanjang Menggunakan Batang Pengikat <i>Tie Bar</i> ( <i>Constraction Joint</i> ) .....	160
5.6	Perencanaan Saluran Tepi dan Tengah ( <i>Drainase</i> )...	161
5.6.1	Perencanaan Saluran Tepi .....	161
5.6.2	Perencanaan Saluran Tengah ( <i>Drainase</i> ) .....	182
5.7	<i>Method's Statement</i> .....	192
5.7.1	Pekerjaan Persiapan.....	192
5.7.2	Pekerjaan <i>Drainase</i> .....	193
5.7.3	Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat B .....	194

5.7.4	Pekerjaan Lean Concrete .....	195
5.7.5	Pekerjaan Perkerasan Kaku .....	195
5.7.6	Pengecoran Bahu Dalam .....	197
5.7.7	Pekerjaan Perlengkapan Jalan .....	197
BAB VI PERENCANAAN ANGGARAN BIAYA .....		199
6.1	Analisa Kapasitas Rencana Jalan .....	199
6.1.1	Volume Pekerjaan.....	199
6.1.2	HSPK Mojokerto 2017 .....	217
BAB VII PENUTUP .....		241
7.1	KESIMPULAN .....	241
7.2	SARAN.....	243
DAFTAR PUSTAKA.....		245
LAMPIRAN .....		247

## DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1. Ekr untuk JBH4/2-T .....	9
Tabel 2. 2. Ekr untuk JBH6/2-T .....	9
Tabel 2. 3. Kapasitas Jalan Bebas Hambatan.....	10
Tabel 2. 4. Faktor Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas ( $FC_L$ ) .....	11
Tabel 2. 5. Faktor Kapasitas Akibat Pemisah Arah.....	11
Tabel 2. 6. Klasifikasi Menurut Medan Jalan.....	12
Tabel 2. 7. Tipe Alinyemen.....	13
Tabel 2. 8. Jumlah Lajur Berdasarkan Arus Lalu Lintas.....	13
Tabel 2. 9. Lebar Lajur dan Bahu Jalan Tol .....	14
Tabel 2. 10. Dimensi Ruang Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Total .....	16
Tabel 2. 11. Panjang Tikungan Minimum.....	22
Tabel 2. 12. Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan dan Iklim .....	23
Tabel 2. 13. Jari-Jari ( $R$ ) Minimum yang Diijinkan Tanpa Superelevasi .....	26
Tabel 2. 14. Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Cara Guna Lahan dan Iklim.....	27
Tabel 2. 15. Koefisien Gesek Maksimum Berdasarkan $V_R$ .....	28
Tabel 2. 16. Panjang Jari-Jari Minimum .....	28
Tabel 2. 17. Jarak Pandang Henti ( $S_s$ ) Minimum .....	31
Tabel 2. 18. Jarak Pandang Henti ( $S_s$ ) Minimum dengan Kelandaian.....	31
Tabel 2. 19. $L_s$ Min Berdasarkan Waktu Perjalanan.....	33
Tabel 2. 20. $L_s$ Min berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan .....	34
Tabel 2. 21 $L_s$ Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal ....	35
Tabel 2. 22Tingkat Perubahan Kelandaian Melintang Maksimum .....	35
Tabel 2. 23 $L_s$ min dan $L_s$ max berdasarkan Pergeseran lintasan ( $p$ ) .....	38
Tabel 2. 24 Kelandaian Maksimum.....	39

Tabel 2. 25 Panjang Landai Kritis.....	40
Tabel 2. 26 Panjang Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti .....	42
Tabel 2. 27 Panjang Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti .....	43
Tabel 2. 28 Panjang Lengkung Vertikal Cekung berdasarkan Faktor Kenyaman .....	44
Tabel 2. 29 Nilai Koefisien Gesekan ( $\mu$ ).....	49
Tabel 2. 30 Koefisien Distribusi Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana .....	50
Tabel 2. 31 Faktor Pertumbuhan lalu Lintas (R).....	50
Tabel 2. 32Faktor Keamanan Beban ( $F_{KB}$ ).....	51
Tabel 2. 33 Diameter Sambungan Berdasarkan Tebal Pelat Beton .....	55
Tabel 2. 36. Besaran Umur Rencana Berdasarkan Volume Kendaraan.....	58
Tabel 2. 37 Faktor Distribusi ( $D_L$ ).....	59
Tabel 2. 38 Tingkat Reliability (R) Untuk Berbagai –macam Klasifikasi Jalan.....	61
Tabel 2. 39 Nilai Standart normal deviation ( $Z_R$ ) Untuk Tingkat Reliability Tertentu.....	61
Tabel 2. 40 Terminal Serviceability Index(Pt) .....	62
Tabel 2. 41 Load Transfer Coefficient (J) .....	64
Tabel 2. 42 Quality of drainage.....	64
Tabel 2. 43 Drainage coefficient ( $C_d$ ).....	65
Tabel 2. 44 Nilai $Y_t$ .....	67
Tabel 2. 45 Tabel $Y_n$ .....	67
Tabel 2. 46 Tabel $S_n$ .....	68
Tabel 2. 47 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan.....	69
Tabel 2. 48 Kecepatan Aliran Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material .....	69
Tabel 2. 49 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah Dan KoefisienPengaliran .....	71
Tabel 2. 50 Harga n Untuk Rumus Manning.....	73

Tabel 2. 51 Hubungan Kemiringan Saluran Samping Jalan dan Jarak Pematah Arus.....	73
Tabel 4. 1. Data Tes CBR tanah.....	90
Tabel 4. 2. Data Lalu- lintas Tahun 2009.....	91
Tabel 4. 3. Laju Pertumbuhan PDRB Kab.Mojokerto Atas Dasar Harga Konstan (ADHK).....	92
Tabel 4. 4. PDRB/kapita Kabupaten Mojokerto Atas dasar harga Konstan (ADHK) .....	93
Tabel 4. 5. Data Curah Hujan.....	93
Tabel 4. 6. Prosentase Pertumbuhan PDRB Kab. Mojokerto atas Dasar Harga Konstan 2011-2015 .....	94
Tabel 4. 7. Prosentase Pertumbuhan PDRB per kapita Kab.Mojokerto Atas Dasar Harga Konstan 2011-2015 .....	95
Tabel 4. 8. Angka Pertumbuhan Kendaraan.....	95
Tabel 4. 9. LHR Jalan Hingga Awal Umur Rencana .....	96
Tabel 4. 10. Volume Kendaraan Jalan Tol Mojokerto - Kertosono .....	97
Tabel 4. 11. Perhitungan Curah Hujan Per Tahun.....	99
Tabel 5. 1. Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang .....	101
Tabel 5. 2. Perhitungan DS Tahun 2018 .....	105
Tabel 5. 3. Rekapitulasi DS.....	105
Tabel 5. 4. Beban Maksimum Kendaraan .....	111
Tabel 5. 5. Pembagian Beban Sumbu / As .....	114
Tabel 5. 6. Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JKSNH).....	116
Tabel 5. 7. Perhitungan Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya .....	117
Tabel 5. 8. Perhitungan Jumlah Repetisi Sumbu.....	118
Tabel 5. 9. Analisa Fatik dan Erosi .....	119
Tabel 5. 10. Tabel Perhitungan ASHTO 1993 .....	145
Tabel 5. 11. Jenis-Jenis Kendaraan .....	149
Tabel 5. 12. Angka Ekuivalen Sumbu Tunggal Untuk Perkerasan .....	150
Tabel 5. 13. Angka Ekuivalen Sumbu Tandem Untuk Perkerasan Kaku .....	150

Tabel 5. 14. Rekapitulasi Nilai Angka Ekuivalen (E) .....	152
Tabel 5. 15. Rekapitulasi Parameter desain.....	154
Tabel 5. 16. Rekapitulasi Perencanaan Plat beton dengan Metode AASHTO 1993.....	156
Tabel 5. 17. Perbandingan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Antar Metode ASSHTO 1993 dan SNI Pd-T-14-2003.....	156
Tabel 5. 18. Data Perencanaan Saluran Tepi.....	162
Tabel 5. 19. Data Perencanaan Saluran Tepi.....	168
Tabel 5. 20. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Kosentrasi .....	168
Tabel 5. 21. Rekapitulasi Perhitungan Debit Saluran Tepi .....	174
Tabel 5. 22. Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Tepi..	177
Tabel 5. 23. Kontrol Saluran Tepi .....	179
Tabel 5. 24. Data Perencanaan Saluran Tengah .....	186
Tabel 5. 25. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Kosentrasi .....	187
Tabel 5. 26. Rekapitulasi Perhitungan Debit Saluran Tengah.	189
Tabel 5. 27. Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Tengah .....	190
Tabel 5. 28. Kontrol Saluran Tengah .....	191
Tabel 6. 1. Volume Pekerjaan Galian.....	204
Tabel 6. 2. Volume Pekerjaan Pasangan Batu Kali 15/20.....	206
Tabel 6. 3. Volume Pekerjaan Plesteran.....	208
Tabel 6. 4. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya .....	214
Tabel 6. 5. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Direksi KIT .....	217
Tabel 6. 6. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Papa Nama Proyek .....	219
Tabel 6. 7. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Lapangan.....	221
Tabel 6. 8. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Mobilisasi .....	221
Tabel 6. 9. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Pemasangan Seng Gelombang 2 m untuk Strock Pile) .....	222
Tabel 6. 10. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Lapisan Agregat B .....	223
Tabel 6. 11. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan <i>Lean Concrete</i> .....	224
Tabel 6. 12. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Beton K-400 untuk Badan Jalan.....	225



Tabel 6. 13. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Beton K-400 untuk Bahu Dalam.....	227
Tabel 6. 14. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan <i>Joint Sealant</i> .....	228
Tabel 6. 15. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan <i>Dowel</i> Menggunakan Tulangan Polos .....	229
Tabel 6. 16. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan <i>Tiebar</i> menggunakan Tulangan Ulir .....	230
Tabel 6. 17. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan <i>Wiremesh</i> .....	231
Tabel 6. 18. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Galian dan Penimbunan Tanah Biasa .....	232
Tabel 6. 19. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Batu Kali Belah 15/20 (1pc:1pp) .....	233
Tabel 6. 20. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Plesteran (1pc:1ps Tebal 15mm).....	234
Tabel 6. 21. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Pelesteran 1pc:1ps Tebal 15 mm .....	235
Tabel 6. 22. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan <i>Finishing</i> (mobilisasi).....	235
Tabel 6. 23. Analisa Harga Satuan dan Upah.....	236

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. 1 Peta Lokasi Proyek Tol MOKER seksi II STA 8+000-STA 11+000.....	5
Gambar 2. 1. Contoh Kemiringan Melintang Jalan 1 Arah pada Tiap Jalur.....	14
Gambar 2. 2. Contoh Kemiringan Melintang Jalan 1 Arah pada Tiap Jalur.....	15
Gambar 2. 3. Tipikal Rumaja, Rumija dan Ruwasja Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol.....	17
Gambar 2. 4. Tikungan <i>Full Circle</i> .....	18
Gambar 2. 5. Tikungan <i>Spiral-Circle-Spiral</i> .....	19
Gambar 2. 6. Tikungan <i>Spiral-Spiral</i> .....	20
Gambar 2. 7. Metode Pencapaian Superelevasi pada Tikungan..	24
Gambar 2. 8 Pencapaian Superelevasi Pada Tikungan Tipe SCS24	
Gambar 2. 9 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe FC .....	25
Gambar 2. 10 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SS ...	25
Gambar 2. 11. Jarak Pandang Henti Pada Lengkung Vertikal Cembung .....	29
Gambar 2. 12. 13Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cekung .....	30
Gambar 2. 13 Pergeseran Lintasan Pada Tikungan menggunakan Lengkung Peralihan.....	37
Gambar 2. 14 Lengkung Vertikal Cekung dan Lengkung vertikal Cembung .....	38
Gambar 2. 15 Jarak Pandang Henti lebih Kecil dari panjang Lengkung Vertikal Cembung .....	40
Gambar 2. 16 Jarak Pandang Lebih Besar dari Panjang lengkung Vertikal Cembung .....	41
Gambar 2. 17 Tebal perkeerasan Minumim untuk Perkerasan Beton .....	48
Gambar 2. 18 CBR Tanah DasarEfektif dan Tebal Pondasi .....	48
Gambar 2. 19. Tipikal Sambungan Memanjang.....	53
Gambar 2. 20 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang.....	54

Gambar 2. 21 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji .....	55
Gambar 2. 22 Sambungan Susut Melintang Dengan Ruji .....	55
Gambar 2. 23 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan Tidak Direncanakan Per Lajur .....	56
Gambar 2. 24 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan Tidak Direncanakan Per Lajur .....	57
Gambar 2. 25 Kurva Basis .....	70
Gambar 3. 1. Diagram Alir Perencanaan Tugas Akhir .....	81
Gambar 3. 2. Diagram Alir Analisa Kapasitas Jalan .....	82
Gambar 3. 3. Diagram Alir Kontrol Alinyemen Horizontal .....	83
Gambar 3. 4. Diagram Alir Perencanaan Saluran Tepi .....	84
Gambar 3. 5. Diagram Alir Kontrol Alinyemen Vertikal .....	85
Gambar 3. 6. Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan Menggunakan Metode pd-T-14-2003 .....	87
Gambar 3. 7. Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan Menggunakan ASSHTO 1993 .....	88
Gambar 5. 1. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton .....	121
Gambar 5. 2. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRG Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton .....	122
Gambar 5. 3. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STdRG Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton .....	123
Gambar 5. 4. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton .....	124
Gambar 5. 5. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STRG Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton .....	125
Gambar 5. 6. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STdRG Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton .....	126
Gambar 5. 7. Lokasi Stock Pile dan Kantor .....	193

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Pertumbuhan jumlah penduduk di Indonesia setiap tahunnya terus meningkat. Berdasarkan Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2010, Indonesia memiliki jumlah penduduk 237,6 juta orang pada tahun 2010 dan pada tahun 2016 jumlah penduduk Indonesia sekitar 225 juta jiwa lebih. Menurut proyeksi yang dilakukan oleh Perserikatan Bangsa-Bangsa (PBB) dengan menilik populasi absolut Indonesia di masa depan, Indonesia akan memiliki penduduk lebih dari 290 juta jiwa hingga tahun 2045.

Pertumbuhan penduduk yang terus meningkat berelasi dengan pelayanan masyarakat dari sektor infrastruktur jalan. Jalan memiliki syarat umum yaitu dari segi konstruksi harus kuat, awet dan kedap air. Jika dilihat dari segi pelayanan, jalan harus rata, tidak licin, geometrik memadai dan ekonomis.

Perkerasan dan struktur perkerasan merupakan struktur yang terdiri dari satu atau beberapa lapisan perkerasan. Jenis perkerasan yang umum digunakan perkerasan lentur (*flexibel pavement*) dan perkerasan kaku (*rigid pavement*).

Perkerasan kaku (*rigid pavement*) adalah suatu susunan konstruksi perkerasan dengan lapisan atas pelat beton yang terletak di atas pondasi atau di atas tanah dasar pondasi atau langsung di atas tanah dasar (*subgrade*). Perkerasan ini umumnya dipakai pada jalan yang memiliki kondisi lalu lintas yang cukup padat dan memiliki distribusi beban yang besar. Contohnya pada jalan-jalan lintas antar provinsi, jembatan layang (*fly over*), jalan tol, maupun pada persimpangan bersinyal.

Jalan Tol Kertosono–Mojokerto SESI II adalah jalan tol sepanjang ruas S.S Jombang – S.S Mojokerto barat sepanjang STA 24+900 s/d STA 5+000 ( ±19,9 Km) yang akan menghubungkan daerah Kertosono dengan Mojokerto, Jawa Timur. Pembangunan jalan tol ini dimulai pada tahun 2007. Tol ini adalah bagian dari Jalan Tol Trans Jawa, seksi 1 sepanjang 14,7 kilometer yang menghubungkan Bandar Kedungmulyo

dengan Tembelang, Jombang telah beroperasi pada Oktober 2014 dan seksi 3 pada 1 Desember 2016. Tol Kertosono-Mojokerto seharusnya dapat beroperasi penuh pada tahun 2014, namun akhirnya molor 2 tahun akibat sulitnya pembebasan lahan. Pembangunan tol ini ditargetkan selesai bulan Maret 2017 sehingga dapat digunakan saat lebaran (Juni 2017) nanti.

Perkerasaan yang digunakan pada Jalan Tol Moker sesi II adalah perkerasaan kaku dengan umur rencana 20 tahun dan menggunakan analisa metode Pd-T-14-2003 dengan tebal perkerasaan 27 cm menggunakan beton K-400 dengan lapisan pondasi Lean concrete dengan tebal 10 cm dengan mutu beton K-125.

Berdasarkan uraian di atas, penulis melakukan peninjauan serta perencanaan ulang jalan Tol Moker sesi II pada STA 8+000 - STA 11+000 menggunakan perkerasaan kaku (*rigid pavement*) dengan umur rencana 30 tahun menggunakan metode yang sama yaitu Pd-T-14-2003 dengan umur rencana 30 tahun, kemudian digunakan metode AASHTO 1993 sebagai pembanding. Diharapkan perkerasaan akan tetap kokoh hingga 30 tahun kedepan guna memperlancar akses jaringan jalan jawa serta mendukung kelancaran lalu-lintas dan memacu pertumbuhan ekonomi di daerah sekitarnya.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun perumusan masalah ditinjau dari segi teknis perencanaan jalan dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Berapakah kebutuhan kapasitas rencana jalan Tol Moker Sesi II STA 8+000 - 11+000 yang berpedoman pada manual kapasitas rencana jalan Indonesia (PKJI 2014) yang dibutuhkan hingga umur rencana 30 tahun?
2. Bagaimana kontrol geometrik jalan yang meliputi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal berpedoman pada metode Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol PU Bina Marga 007/BM/2009 ?

3. Berapakah ketebalan perkerasan kaku yang direncanakan untuk jalan tersebut dengan metode AASHTO 1993 dan Bina Marga Pd T-14-2003 untuk umur rencana 30 tahun?
4. Bagaimana perbedaan perhitungan antara metode AASTHO 1993 dan Bina Marga Pd-T-14-2003 ?
5. Berapa dimensi saluran tepi (*drainase*) yang di rencanakan untuk jalan tersebut menurut SNI T 03-3424-1994 ?
6. Berapa rencana anggaran dan biaya proyek jalan tersebut (sesuai dengan perhitungan ketebalan yang dipilih) ?

### 1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang digunakan pada perencanaan Jalan Tol Mojokerto-Kertosono ini ialah sebagai berikut:

1. Data-data yang digunakan dalam perencanaan jalan tol Kertosono – Mojokerto merupakan data sekunder.
2. Perkerasan jalan yang ditinjau hanya pada STA 8+000 sampai dengan 11+000.
3. Tidak membahas dinding penahan, struktur jembatan, *box culvert*, *pipe culvert* yang terdapat dalam proyek tersebut.
4. Tidak membahas perencanaan timbunan.
5. Analisa Harga Dasar dan Upah serta Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK) menggunakan HSPK Kota Mojokerto.
6. Rencana Anggaran Biaya hanya dibatasi pada konstruksi perkerasan dan saluran drainase dan tidak memperhitungkan biaya perawatan perkerasan.
7. Teknik pelaksanaan hanya dibahas sebatas *method statement* pelaksanaan proyek.

### 1.4 Tujuan

Adapun tujuan dari perencanaan Jalan Tol Mojokerto-Kertosono ini ialah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kebutuhan kapasitas rencana jalan Tol Moker sesi II STA 8+000 – 11+000 yang berpedoman pada Manual Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI 2014) yang dibutuhkan hingga umur rencana 30 tahun.

2. Untuk mengetahui kontrol geometrik jalan yang meliputi alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal berpedoman pada metode Geometri Jalan Bebas Hambatan Untuk Jalan Tol PU Bina Marga 007/BM/2009.
3. Untuk mengetahui ketebalan perkerasan kaku yang direncanakan untuk jalan tersebut menggunakan metode Pd-T-14-2003 dan AASHTO 1993.
4. Untuk mengetahui perbedaan perhitungan antara metode AASHTO 1993 dan Metode Bina Marga Pd-T-14-2003.
5. Untuk mengetahui dimensi saluran tepi (drainase) yang direncanakan untuk jalan tersebut menggunakan SNI T-03-3424-1994 .
6. Untuk mengetahui rencana anggaran dan biaya proyek jalan tersebut (sesuai dengan tebal perkerasan yang dipilih).

## 1.5 Manfaat

Adapun manfaat dari perencanaan jalan tol MOKER Sesi II ini ialah sebagai berikut :

1. Dapat mengetahui kapasitas jalan Tol MOKER Sesi II pada STA 8+000-11+000.
2. Dapat mengetahui kenyamanan alinyemen vertikal maupun alinyemen horizontal.
3. Dapat mengetahui tebal perkerasan kaku untuk umur rencana jalan 30 tahun dengan Metode Pd-T-14-2003 dan AASHTO 1993 serta parameter – parameter perencanaannya.
4. Dapat mengetahui dimensi saluran tepi (*drainase*) yang direncanakan untuk jalan dengan pedoman SNI T-03-3424-1994.
5. Dapat mengetahui perbedaan perhitungan perkerasan jalan beton dengan menggunakan metode AASTHO 1993 dan metode Bina Marga Pd-T-14-2003..
6. Dapat mengetahui total kebutuhan biaya proyek.



## 1.6 Lokasi Studi

Nama Proyek : Proyek Pembangunan Jalan Tol Mojokerto-Kertosono Seksi II

Alamat Proyek : Desa Pesantren , Kec Tambelang kab. Jombangs/d Desa Pagerluyung, Kec. Gedeg Kab Mojokerto



**Gambar 1. 1** Peta Lokasi Proyek Tol MOKER seksi II STA 8+000-STA 11+000

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Jenis Perkerasan Jalan**

Secara umum perkerasan jalan terbagi menjadi 3 jenis, yaitu Perkerasan Lentur (*Flexible Pavement*), Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*), dan Perkerasan Komposit (*Composite Pavement*) yang merupakan gabungan antara perkerasan lentur dengan perkerasan kaku (beton semen). Pada tugas akhir ini akan membahas mengenai perhitungan tebal perkerasan kaku menggunakan 2 Metode yaitu, Metode Pd-T-14-2003 dan Metode AASHTO 1993.

#### **2.2 Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)**

Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*) adalah perkerasan yang menggunakan beton sebagai bahan utama, terdiri dari pelat (slab) beton semen portland dan lapisan pondasi diatas tanah dasar (bisa juga tidak ada). Perkerasan beton memiliki modulus elastisitas yang tinggi, yang akan mendistribusikan beban terhadap bidang area yang luas, sehingga bagian terbesar dari kapasitas struktur perkerasan diperoleh dari slab beton itu sendiri. Maka faktor utama yang paling diperhatikan dalam perencanaan perkerasan jalan beton adalah kekuatannya beton itu sendiri.

#### **2.3 Jenis-Jenis Perkerasan Kaku (*Rigid Pavement*)**

Adapun jenis perkerasan kaku atau biasa disebut perkerasan beton berdasarkan SNI pd-T-14-2003 dapat dibedakan menjadi 4 yaitu :

##### **1. Perkerasan Beton Bersambung Tanpa Tulangan (*Rigid Pavement*)**

Jenis perkerasan beton semen ini dibuat tanpa tulangan dengan ukuran pelat mendekati bujur sangkar, dimana panjang dari pelatnya dibatasi oleh adanya sambungan – sambungan melintang untuk mencegah retak beton.

Umumnya perkerasan ini tidak menggunakan tulangan, namun ruji (dowel) dan batang pengikat (tie bar).

**2. Perkerasan beton bersambung dengan tulangan (*Jointed Reinforced Concrete Pavement*)**

Jenis perkerasan beton semen ini dibuat dengan tulangan, yang ukuran pelatnya berbentuk persegi panjang, dimana panjang dari pelatnya dibatasi oleh adanya sambungan melintang. panjang pelat berkisar 8-15 m.

**3. Perkerasan beton semen menerus dengan tulangan (*Continuously Reinforced Concrete Pavement*).**

Jenis perkerasan ini dibuat dengan tulangan, pelat tulangan mulai melintang. Pelat beton menerus hanya dibatasi adanya sambungan muai melintang. Panjang pelat beton lebih dari 75 m.

**4. Perkerasan beton semen pra-tegang (*Prestressed Concrete Pavement*)**

Jenis perkerasan beton semen yang menggunakan tulangan prategang untuk mengurangi pengaruh susut, muai akibat perubahan suhu dan umumnya tanpa tulangan melintang. Banyak digunakan untuk airport, apron, taxiway, runway.

## **2.4 Analisa Kapasitas Jalan**

### **2.4.1 Arus lalu lintas**

Perhitungan arus lalu lintas pada jalan bebas hambatan berpedoman pada PKJI 2014 dengan cara perhitungan sebagai berikut :

$$Q = LHRT \times k \times Ekr$$

Pers. 2. 1

Dimana :

Q = Arus kendaraan (kendaraan/jam)

LHRT = Lalu lintas harian rata-rata tahunan  
(kendaraan/hari)

K = Rasio antara arus jam rencana dan LHRT (nilai normal 0,11)

Tabel 2. 1. Ekr untuk JBH4/2-T

Tipe alinemen	q per arah (kend./jam)	Ekr		
		KS	BB	TB
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1250	1,4	1,4	2,0
	2250	1,6	1,7	2,5
	≥ 2800	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	900	2,0	2,0	4,6
	1700	2,2	2,3	4,3
	≥ 2250	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	700	2,9	2,6	5,1
	1450	2,6	2,9	4,8
	≥ 2000	2,0	2,4	3,8

*Sumber : PKJI 2014*

Tabel 2. 2. Ekr untuk JBH6/2-T

Tipe alinemen	q per arah (kend./jam)	Ekr		
		KS	BB	TB
Datar	0	1,2	1,2	1,6
	1500	1,4	1,4	2,0
	2750	1,6	1,7	2,5
	≥ 3250	1,3	1,5	2,0
Bukit	0	1,8	1,6	4,8
	1100	2,0	2,0	4,6
	2100	2,2	2,3	4,3
	≥ 2650	1,8	1,9	3,5
Gunung	0	3,2	2,2	5,5
	800	2,9	2,6	5,1
	1700	2,6	2,9	4,8
	≥ 2300	2,0	2,4	3,8

*Sumber : PKJI 2014*

### 2.4.2 Analisa Kapasitas

Untuk jalan tak-terbagi, semua analisa (kecuali analisa-kelandaian khusus) dilakukan pada kedua arah menggunakan satu set formulir. Untuk jalan terbagi, analisa dilakukan pada masing-masing arah dan seolah-olah masing-masing arah adalah jalan satu arah yang terpisah.

$$C = C_0 \times FC_L \times FC_{PA} \quad \text{Pers. 2. 2}$$

Keterangan :

- C = Kapasitas
- $C_0$  = Kapasitas dasar (smp/jam)
- $FC_L$  = Faktor penyesuaian akibat lebar jalur lalu-lintas
- $FC_{PA}$  = Faktor penyesuaian akibat pemisahan arah  
(jalan bebas hambatan tak terbagi)

### 2.4.3 Kapasitas Dasar ( $C_0$ )

Kapasitas dasar adalah kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set koordinasi yang ditentukan sebelumnya (geometrik, pola arus lalu lintas dan faktor lingkungan). Perhatikan bahwa pengaruh tipe medan pada kapasitas juga diperhitungkan melalui penggunaan emp yang berbeda seperti yang diuraikan dalam tabel di bawah ini :

Tabel 2. 3. Kapasitas Jalan Bebas Hambatan

Tipe JBH/Tipe alinyemen	Kapasitas dasar (skr/jam/lajur)
JBH4/2 dan JBH 6/2	2300
- Datar	2250
- Bukit	2150
- Gunung	

*Sumber : PKJI 2014*

Kapasitas dasar untuk jalan bebas hambatan dengan lebih dari enam lajur (berlajur banyak) dapat ditentukan dengan menggunakan kapasitas per lajur yang diberikan dalam tabel di atas, meskipun lajur yang bersangkutan tidak dengan lebar yang standar.

#### 2.4.4 Faktor Penyesuaian Lebar Jalur ( $FC_L$ )

Untuk jalan bebas hambatan yang umumnya mempunyai bahu diperkeras yang dapat digunakan untuk lalu lintas, lebar bahu tidak ditambahkan pada lebar efektif jalur lalu lintas.

Tabel 2. 4. Faktor Kapasitas Akibat Lebar Jalur Lalu Lintas ( $FC_L$ )

Tipe jalan	Lebar efektif jalur lalu lintas ( $L_{LE}$ ), m		$F_{CL}$
JBH4/2	Per Lajur	3,25	0,96
dan		3,50	1,00
JBH6/2		3,75	1,03

*Sumber : PKJI 2014*

Faktor penyesuaian kapasitas jalan dengan lebih dari enam lajur dapat ditentukan dengan menggunakan nilai per lajur yang diberikan untuk jalan bebas hambatan empat-dan enam-lajur pada tabel di atas.

#### 2.4.5 Faktor Penyesuaian Pemisah Arah ( $FC_{PA}$ )

Faktor penyesuaian kapasitas akibat pemisah arah dapat ditentukan sesuai dalam tabel dibawah ini.

Tabel 2. 5. Faktor Kapasitas Akibat Pemisah Arah

Pemisahan arah SP %-%		50-50	55-45	60-40	65-35	70-30
$FC_{SP}$	Jalan bebas hambatan tak terbagi	1,00	0,97	0,94	0,91	0,88

*Sumber : PKJI 2014*

#### 2.4.6 Derajat Kejenuhan (DS)

Derajat Kejenuhan adalah ratio antara arus total lalu lintas (Q) dalam smp/jam dengan kapasitas (C).

$$D = \frac{Q}{C} \quad \text{Pers. 2. 3}$$

Dimana :

DS = Derajat Kejenuhan

Q = Arus total lalu lintas (smp/jam)

C = Kapasitas.

## 2.5 Kontrol Geometrik Jalan

Geometri jalan merupakan perencanaan bentuk fisik jalan yang akan memberikan pelayanan optimum pada arus lalu lintas dan sebagai prasarana suatu wilayah. Dasar perencanaan geometrik jalan adalah sifat gerakan dan ukuran kendaraan. Hal tersebut akan mempengaruhi perencanaan ukuran jalan, bentuk dan ruang gerak kendaraan yang memenuhi tingkat keamanan dan kenyamanan pengemudi.

### 2.5.1 Arus lalu lintas

#### 2.5.1.1 Klasifikasi Medan Jalan

Klasifikasi medan jalan berdasarkan kondisi sebagian besar kemiringan medan yang diukur melintang terhadap sumbu jalan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 6. Klasifikasi Menurut Medan Jalan

Medan Jalan	Notasi	Kemiringan Medan
Datar	D	< 10,0 %
Perbukitan	B	10,0 % - 25,0%
Pegunungan	G	>25,0%

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas hambatan Untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga (No.007/BM/2009).

#### 2.5.1.2 Stadar Jumlah Lajur

Standar minimal jumlah lajur adalah 2 lajur per arah atau 6/2 D dan ditentukan berdasarkan tipe alinyemen dan prakiraan volume lalu lintas yang dinyatakan dalam kendaraan/jam seperti ditunjukkan pada tabel dibawah ini



Tabel 2. 7. Tipe Alinyemen

Tipe Alinyemen	Naik + Turun (m/km)	Lengkung Horisontal (rad/km)
Datar	< 10	< 1,0
Perbukitan	10-30	1,0 – 2,5
Pegunungan	> 30	> 2,5

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas hambatan Untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga (No.007/BM/2009).

Tabel 2. 8. Jumlah Lajur Berdasarkan Arus Lalu Lintas

Tipe Alinyemen	Arus Lalu Litas Per Arah (kend/jam)	Jumlah Lajut (Minimal)
Datar	2,250	4/2 D
	3,400	6/2 D
	5,000	8/2 D
Perbukitan	1,700	4/2 D
	2,600	6/2 D
Pegunungan	1,450	4/2 D
	2,150	6/2 D

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas hambatan Untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga (No.007/BM/2009).

### 2.5.1.3 Lebar Jalur dan Bahu Jalan

Lebar lajur dan lebar bahu jalan ditentukan berdasarkan lokasi jalan dan kecepatan rencana. Lebar lajur dan bahu jalan dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 2. 9. Lebar Lajur dan Bahu Jalan Tol

Lokasi Jalan Tol	$V_R$ (km/jam)	Lebar Lajur (m)		Lebar Bahu Luar Diperkeras (m)		Lebar Bahu Dalam Diperkeras (m)
		Minimal	Ideal	Minimal	Ideal*)	
Antarkota	120	3.60	3.75	3.00	3.50	1.50
	100	3.60	3.60	3.00	3.50	1.50
	80	3.60	3.60	3.00	3.50	1.00
Perkotaan	100	3.50	3.60	3.00	3.50	1.00
	80	3.50	3.50	2.00	3.50	0.50
	60	3.50	3.50	2.00	3.50	0.50

\*) dibutuhkan pada saat kendaraan besar mengalami kerusakan

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga (No. 007/BM/2009)

Kemiringan melintang jalur lalu lintas dibuat agar air yang menimpa perkerasan jalan dapat masuk ke saluran tepi dengan cepa. Semakin kedap air pada permukaan jalan tersebut, maka kemiringan jalan semakin landai, sebaliknya jika permukaan jalan mudah dirembesi air maka kemiringan jalan harus dibuat cukup besar.



Gambar 2. 1. Contoh Kemiringan Melintang Jalan 1 Arah pada Tiap Jalur



Gambar 2. 2. Contoh Kemiringan Melintang Jalan 1 Arah pada Tiap Jalur

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No. 007/BM/2009)

#### 2.5.1.4 Bagian-Bagian Jalan

- a. Ruang milik jalan adalah suatu daerah jalan diperuntukan bagi ruang manfaat jalan dan pelebaran jalan maupun penambahan lajur lalu lintas di kemudian hari serta kebutuhan ruangan untuk pengamanan jalan tol dan fasilitas jalan tol.
- b. Ruang manfaat jalan adalah suatu daerah diperuntukkan bagi median, perkerasan jalan, jalur pemisah, bahu jalan, saluran tepi jalan, lereng, ambang pengaman, timbunan, galian, gorong - gorong, perlengkapan jalan dan bangunan pelengkap jalan.
- c. Ruang pengawasan jalan adalah suatu daerah diperuntukkan bagi pandangan bebas pengemudi dan pengamanan konstruksi jalan. Batas ruang pengawasan jalan bebas hambatan untuk jalan tol adalah 40 meter untuk daerah perkotaan dan 75 meter untuk daerah antarkota, diukur dari as jalan tol. Dalam hal jalan tol berdempetan dengan jalan umum ketentuan tersebut di atas tidak berlaku.

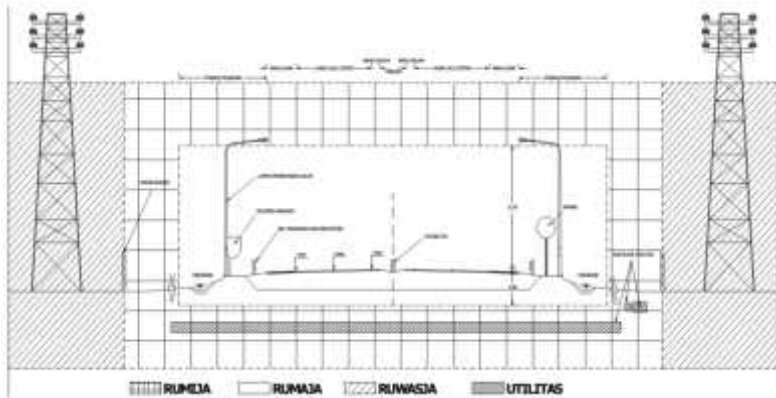
Tabel 2. 10. Dimensi Ruang Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Total

Bagian-bagian jalan	Komponen Geometri	Dimensi Minimum (m)			
RUMAJA			Jalan Tol		
			Antar Kota	Perkotaan	
	Lebar Badan Jalan		3,00	22,0	
	Tinggi		5,00	5,00	
	Kedalaman		1,50	1,50	
RUMAJA		JBH	Jalan Tol		
	Lebar	30	40	30	Layangan /Terowongan
RUMAJA		JBH	Jalan Tol		
			Antar Kota	Perkotaan	Jembatan
	Lebar <sup>1)</sup>	75	75	40	100 <sup>2)</sup>

Catatan: <sup>1)</sup> Lebar diukur dari As Jalan

<sup>2)</sup> 100 m ke hilir dan 100 ke hulu

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)



Gambar 2. 3. Tipikal Rumaja, Rumija dan Ruwasja Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

## 2.5.2 Arus lalu lintas

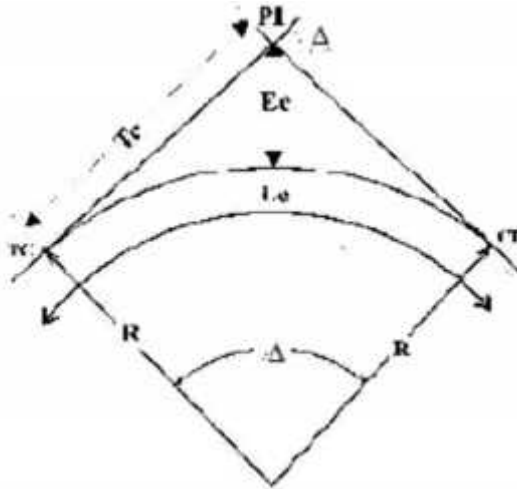
### 2.5.2.1 Umum

- Alinyemen horizontal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung (disebut juga tikungan).
- Geometrik pada bagian lengkung didesain sedemikian rupa dimaksudkan untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima oleh kendaraan yang berjalan pada kecepatan  $V_R$ .
- Untuk keselamatan pemakai jalan, jarak pandang dan daerah bebas samping jalan, maka alinyemen horizontal harus diperhitungkan secara akurat.

### 2.5.2.2 Standar Bentuk Tikungan

Standar bentuk tikungan terdiri atas 3 bentuk secara umum, yaitu:

- a. *Full Circle* (FC), yaitu tikungan yang berbentuk busur lingkaran secara penuh. Tikungan ini memiliki satu titik pusat lingkaran dengan jari-jari yang seragam.



Gambar 2. 4. Tikungan *Full Circle*

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

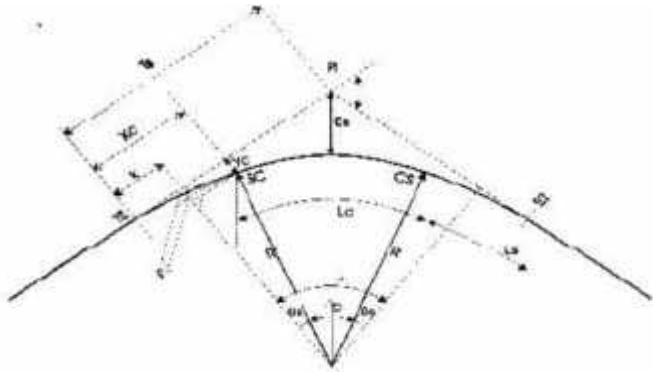
$$LC = \frac{\Delta}{360} 2 \pi R \quad \text{Pers. 2. 4}$$

$$E_c = \frac{R}{\cos \frac{\Delta}{2}} - R \text{ atau}$$

$$E_c = T_c \tan \frac{\Delta}{4} \quad \text{Pers. 2. 5}$$

$$T_c = R \tan \frac{\Delta}{2} \quad \text{Pers. 2. 6}$$

- b. *Spiral-Circle-Spiral* (SCS), yaitu tikungan yang terdiri dari 1 (satu) lengkung lingkaran dan 2 (dua) laengkungan spiral.



Gambar 2. 5. Tikungan *Spiral-Circle-Spiral*

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

$$\begin{aligned}
 \theta &= \frac{L}{2R} \cdot \frac{3}{2\pi} && \text{Pers. 2. 7} \\
 k &= X - R && \text{Pers. 2. 8} \\
 c &= -2 && \text{Pers. 2. 9} \\
 p &= Y - R(1 - c) && \text{Pers. 2. 10} \\
 LC &= \frac{3}{2} \pi R && \text{Pers. 2. 11} \\
 T &= (R + p) \tan \frac{\theta}{2} + k && \text{Pers. 2. 12} \\
 Y &= \frac{L}{6} && \text{Pers. 2. 13} \\
 X &= L - \frac{L^3}{4R^2} && \text{Pers. 2. 14} \\
 E &= \frac{(R+p)}{c} - R && \text{Pers. 2. 15} \\
 L_{\text{total}} &= L_c + 2L_s && \text{Pers. 2. 16}
 \end{aligned}$$





- d. Lengkung khusus, yaitu berupa tikungan majemuk yang memiliki beberapa radius tikungan, yang dapat terdiri dari 3 (tiga) lengkung spiral atau lebih.
- e. Lengkung horizontal gabungan Ada 2 macam tikungan gabungan, sebagai berikut :
  - ) Tikungan gabungan searah, yaitu gabungan dua atau lebih tikungan dengan putaran yang sama tetapi dengan jari-jari yang berbeda. Pada tikungan gabungan jenis ini tergantung perbandingan  $R_1$  dan  $R_2$ .  
 $\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3}$ , Tikungan gabungan searah harus dihindarkan.  
 $\frac{R_1}{R_2} > \frac{2}{3}$ , Tikungan gabungan harus dilengkapi bagian lurus sepanjang paling tidak 20 m.
  - ) Tikungan gabungan balik arah, yaitu gabungan dua tikungan dengan arah putaran yang berbeda. Setiap tikungan gabung balik arah harus dilengkapi dengan bagian lurus di antara kedua tikungan tersebut sepanjang paling tidak 30 meter.

### 2.5.2.3 Panjang Tikungan

Panjang tikungan ( $L_t$ ) dapat terdiri dari panjang busur lingkaran ( $L_c$ ) dan panjang 2 (dua) lengkung spiral ( $L_s$ ) atau beberapa lengkung spiral yang diukur sepanjang sumbu jalan. Untuk menjamin kelancaran dan kemudahan mengemudikan kendaraan pada saat menikung, maka panjang suatu tikungan tidak kurang dari 6 detik perjalanan dengan VR. Panjang ini dapat diperhitungkan berdasarkan  $V_R$  atau ditetapkan berdasarkan tabel di bawah ini :

Tabel 2. 11. Panjang Tikungan Minimum

$V_R$ (km/jam)	Panjang Tikungan Minimum
120	200
100	170
80	140
60	100

Catatan:

- Pada tikungan *full circle*, nilai  $L_s=0$ , Sehingga  $L_t$  ;  $L_c$
- Pada tikungan *spiral-spiral*, nilai  $L_c = 10$ , sehingga  $L_t = 2 L_s$

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

#### 2.5.2.4 Panjang Tikungan

##### a. Umum

- ) Superelevasi harus dibuat pada semua tikungan kecuali tikungan yang memiliki radius yang lebih besar dari  $R_{min}$  tanpa superelevasi. Besarnya superelevasi harus direncanakan sesuai dengan  $V_R$ .
- ) Superelevasi berlaku pada jalur lalu lintas dan bahu jalan.
- ) Nilai superelevasi maksimum ditetapkan antara 4%-10 %.
- ) Harus diperhatikan masalah drainase pada pencapaian kemiringan.

Tabel 2. 12. Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Guna Lahan dan Iklim

<b>Superelevasi Maks.</b>	<b>Kondisi yang Digunakan</b>
120	Maksimum untuk jalan tol antar kota
100	Maksimum untuk jalan tol antar kota dengan curah hujan tinggi
80	Maksimum untuk jalan tok perkerasan
60	Maksimum untuk jalan tol perkotaan dengan kepadatan tinggi

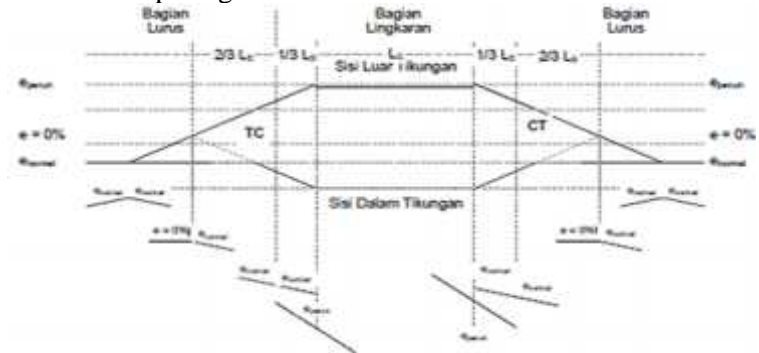
Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

#### **b. Diagram Superelevasi**

) Superelevasi dicapai secara bertahap dari kemiringan melintang normal pada bagian jalan yang lurus sampai ke superelevasi penuh pada bagian lengkung, seperti pada gambar di bawah ini :



diawali dari bagian lurus sepanjang  $\frac{2}{3} L_s$  dan dilanjutkan pada bagian lingkaran penuh sepanjang  $\frac{1}{3}$  bagian panjang  $L_s$ , seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 9 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe FC

) Pada tikungan tipe SS, pencapaian superelevasi seluruhnya dilakukan pada bagian spiral, seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 2. 10 Pencapaian superelevasi pada tikungan tipe SS

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

**c. Batasan Tikungan Tanpa Superelevasi**

Untuk tikungan-tikungan yang tumpul, karena kecilnya kemiringan yang diperlukan, dapat saja tidak diadakan kemiringan. Dalam menentukan batas ini, perlu diperhatikan kemiringan minimum yaitu disamakan dengan kemiringan jalan normal yakni 2%, dan besarnya koefisien gesekan yang timbul pada bagian dengan lereng berlawanan, yang masih harus dibawah batas yang aman. Berdasarkan ketentuan ini, maka batas tikungan dimana tidak diperlukan superelevasi, adalah bilamana jari-jari lebih besar atau sama dengan yang tercantum pada tabel 2.14 (Konstruksi Jalan Raya,2004).

Tabel 2. 13. Jari-Jari (R) Minimum yang Diijinkan Tanpa Superelevasi

<b><math>V_R</math> (km/jam)</b>	<b>Jari-Jari (R) (m)</b>
60	700
80	1250
100	2000
120	5000

Sumber: Tata cara Perencanaan Geometrik Jalan Antar Kota (TPGJAK) No.038/T/BM/1997

### 2.5.2.5 Jari – Jari Tikungan

Jari – jari tikungan minimum ( $R_{min}$ ) ditetapkan sebagai berikut:

$$R = \frac{V_R^2}{1(e + f_1)} \quad \text{Pers. 2. 27}$$

Dimana :

$R_{min}$  = Jari-jari Tikungan Minimum (m)

$V_R$  = Kecepatan Rencana (km/jam)

$e_{max}$  = Superelevasi Maksimum (%)

$f_{max}$  = Koefisien Gesek Maksimum,

Berdasarkan nilai superelevasi maksimum, ditentukan menggunakan tabel dibawah ini:

Tabel 2. 14. Superelevasi Maksimum Berdasarkan Tata Cara Guna Lahan dan Iklim

Superelevasi Maksimum	Kondisi yang Digunakan
10%	Maksimum untuk jalan tol antar kota
8%	Maksimum untuk jalan tol antar kota dengan curah hujan tinggi
6%	Maksimum untuk jalan tol perkerasan
4%	Maksimum untuk jalan tol perkotaan dengan kepadatan tinggi

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

Besaran nilai koefisien gesek maksimum, ditentukan menggunakan tabel di bawah ini :

Tabel 2. 15. Koefisien Gesek Maksimum Berdasarkan  $V_R$

$V_R$ (km/jam)	Koefisien Gesek Maksimum ( $f_{\max}$ )
120	0,092
100	0,116
80	0,140
60	0,152

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

Hasil perhitungan  $R_{\min}$ , ditampilkan pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. 16. Panjang Jari-Jari Minimum

$e_{\max}$ (%)	$V_R$ (km/jam)	$f_{\max}$	$(e/100+f)$	$R_{\min}$ (m)	
				Perhitungan	Pembulatan
10,0	120	0,092	0,192	590,6	590
10,0	100	0,116	0,216	364,5	365
10,0	80	0,140	0,240	210,0	210
10,0	60	0,152	0,252	112,5	110
8,0	120	0,092	0,172	659,2	660
8,0	100	0,116	0,196	401,7	400
8,0	80	0,140	0,220	229,1	230
8,0	60	0,152	0,232	122,2	120
6,0	120	0,092	0,152	746,0	745
6,0	100	0,116	0,176	447,4	445
6,0	80	0,140	0,200	252,0	250
6,0	60	0,152	0,212	133,7	135

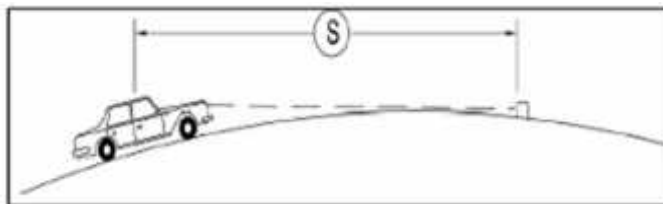


4,0	120	0,092	0,132	859,0	860
4,0	100	0,116	0,156	504,7	505
4,0	80	0,140	0,180	280,0	280
4,0	60	0,152	0,192	147,6	150

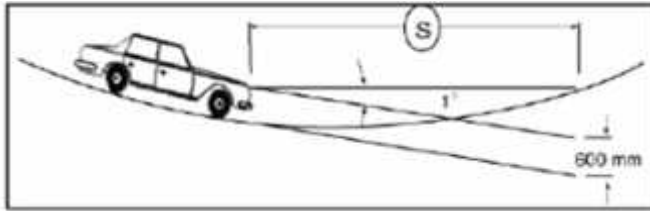
Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

#### 2.5.2.6 Jarak Pandang

Jarak pandang diperlukan untuk kemungkinan melihat ke depan ketika keadaan menyiap ataupun keadaan henti agar tercipta keadaan yang aman dan efisien. Jarak pandang henti adalah jarak terpendek yang diperlukan bagi kendaraan yang sedang bergerak dengan kecepatan rencana, untuk berhenti dengan aman sebelum mencapai obyek yang tidak bergerak dalam lintasan. Jarak pandang ( $S$ ) diukur berdasarkan asumsi asumsi bahwa tinggi mata pengemudi adalah 108 cm dan tinggi halangan 60 cm diukur dari permukaan jalan. Setiap bagian jalan harus memenuhi jarak pandang.



Gambar 2. 11. Jarak Pandang Henti Pada Lengkung Vertikal Cembung



Gambar 2. 12. 13 Jarak pandang henti pada lengkung vertikal cekung

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

Jarak pandang henti ( $S_s$ ) terdiri dari 2 elemen jarak, yaitu :

- Jarak awal reaksi ( $S_r$ ) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi melihat suatu halangan yang menyebabkan ia harus berhenti sampai saat pengemudi menginjak rem.
- Jarak awal pengereman ( $S_b$ ) adalah jarak pergerakan kendaraan sejak pengemudi menginjak rem sampai kendaraan berhenti.

Jarak pandang henti dapat terjadi pada dua kondisi tertentu dirumuskan sebagai berikut:

) Pada Jalan Datar

$$S_s = 0,2 \times V_R \times T + 0,0 \frac{V_R^2}{a} \quad \text{Pers. 2. 28}$$

Tabel di bawah ini berisi  $S_s$  minimum yang dihitung berdasarkan rumus di atas dengan pembulatan pembulatan untuk berbagai  $V_R$ .

Tabel 2. 17. Jarak Pandang Henti (Ss) Minimum

$V_R$ (km/jam)	Jarak Awal Reaksi (m)	Jarak Awal Pengereman (m)	Jarak Pandang Henti (m)	
			Perhitungan	Pembulatan
120	83,3	163,4	246,7	250
100	69,4	113,5	182,9	185
80	55,6	72,6	128,2	130
60	41,7	40,8	82,5	85

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

$$S_s = 0,2 \times V_R \times T + \frac{V_R^2}{2 \left[ \left( \frac{a}{g} \right) \pm G \right]} \quad \text{Pers. 2.}$$

29

Dimana :

- $V_R$  = Kecepatan rencana (km/jam)  
 $T$  = Waktu reaksi, ditetapkan 2,5 detik  
 $a$  = Tingkat perlambatan (m/detik<sup>2</sup>),  
 ditetapkan 3,4 m/detik<sup>2</sup>  
 $G$  = Kelandaian jalan (%)

Tabel di bawah ini berisi  $S_s$  minimum dengan kelandaian yang dihitung berdasarkan rumus di atas untuk berbagai  $V_R$ .

Tabel 2. 18. Jarak Pandang Henti (Ss) Minimum dengan Kelandaian

$V_R$ km/jam	Jarak Pandang Henti (m)											
	Turunan						Tanjakan					
	1%	2%	3%	4%	5%	6%	1%	2%	3%	4%	5%	6%
120	252	257	263	269	275	281	243	238	234	230	227	223
100	187	190	194	198	203	207	180	177	174	172	169	167
80	131	133	136	138	141	144	127	125	123	121	120	118
60	84	86	87	88	90	90	82	81	80	79	78	77

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

### 2.5.2.7 Lengkung Peralihan

Lengkung peralihan ( $L_s$ ) berfungsi untuk memberikan kesempatan kepada pengemudi untuk mengantisipasi perubahan alinyemen jalan dari bentuk lurus ( $R$  tak terhingga) sampai bagian lengkung jalan dengan jari-jari  $R$  tetap, dengan demikian, gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan saat melintasi tikungan berubah secara berangsur-angsur, baik ketika kendaraan mendekati tikungan maupun meninggalkan tikungan. Ketentuan lengkung peralihan adalah sebagai berikut:

- a. Bentuk lengkung peralihan yang digunakan adalah bentuk spiral (*clothoide*)
  - b. Panjang lengkung peralihan ditetapkan atas pertimbangan pertimbangan sebagai berikut:
    1. Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan.
    2. Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan.
    3. Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan.
    4. Tingkat perubahan kelandaian relative.
  - c.  $L_s$  ditentukan yang memenuhi ke empat kriteria tersebut di atas, sehingga dipilih nilai  $L_s$  yang terpanjang.
- a. Waktu Perjalanan Melintasi Lengkung Peralihan**

Waktu perjalanan melintasi lengkung peralihan harus dibatasi untuk menghindarkan kesan perubahan alinyemen yang mendadak. Kriteria ini dihitung dengan rumus :

$$L = \frac{V_R}{3.6} T$$

Pers. 2. 30

Dimana:

$V_R$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$T$  = Waktu tempuh pada lengkung peralihan (detik), ditetapkan 2 detik.  
atau digunakan tabel dibawah ini

Tabel 2. 19. Ls Min Berdasarkan Waktu Perjalanan

$V_R$ (km/jam)	Ls min (m)
120	67
100	56
80	45
60	34

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

#### b. Tingkat Perubahan kelandaian Melintang Jalan

Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan ( $re$ ) dari bentuk kelandaian normal ke kelandaian superelevasi penuh tidak boleh melampaui  $re$ -max yang ditetapkan sebagai berikut:

- untuk  $V_R$  70 km/jam,  $re$ -max = 0,035 m/m/detik,
- untuk  $V_R$  80km/jam,  $re$ -max = 0,025 m/m/detik.

Kriteria ini dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$L = \frac{\left( \frac{e - e_n}{1} \right) V_R^2}{3,6 e} \quad \text{Pers. 2. 31}$$

Dimana:

$e_m$  = Superelevasi maksimum (%)

$e_n$  = Superelevasi normal (%)

$V_R$  = Kecepatan rencana (km'jam)

$re$  = Tingkat perubahan kelandaian melintang jalan (m/m/det)

Atau digunakan tabel dibawah ini.

Tabel 2. 20. L<sub>s</sub> Min berdasarkan tingkat perubahan kelandaian melintang jalan

e <sub>m</sub> (%)	L <sub>s</sub> min (m)			
	V <sub>R</sub> = 120 km/jam	V <sub>R</sub> = 100 km/jam	V <sub>R</sub> = 80 km/jam	V <sub>R</sub> = 60 km/jam
10,0	107	89	71	38
9,5	100	83	67	36
9,0	93	78	62	33
8,5	87	72	58	31
8,0	80	67	53	29
7,5	73	61	49	26
7,0	67	56	44	24
6,5	60	50	40	21
6,0	53	44	36	19
5,5	47	39	31	17
5,0	40	33	27	14
4,5	33	28	22	12
4,0	27	22	18	10
3,5	20	17	13	7
3,0	13	11	9	5
2,5	7	6	4	2
2,0	0	0	0	0

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

**c. Gaya Sentrifugal yang Bekerja Pada Kendaraan**

Gaya sentrifugal yang bekerja pada kendaraan dapat diantisipasi berangsur-angsur pada lengkung peralihan dengan aman. Gaya sentrifugal yang terjadi pada kendaraan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$F = \frac{G \times V^2}{G \times R} \quad \text{Pers. 2. 32}$$

Dimana :

- G = Berat kendaraan
- V = Kecepatan kendaraan
- R = Jari-jari lengkung lintasan

Sedangkan untuk panjang lengkung peralihan yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$L = \frac{0,0 \quad v^2}{R} \quad \text{Pers. 2. 33}$$

Dimana :

$V_R$  = Kecepatan rencana (km/jam)

$R$  = Radius tikungan (m)

$C$  = Perubahan maksimum

percepatan arah radial (m/det<sup>3</sup>),

digunakan 1,2 m/det<sup>3</sup>

Atau digunakan tabel di bawah ini :

Tabel 2. 21  $L_s$  Min Berdasarkan Antisipasi Gaya Sentrifugal

R (m)	$L_s$ min (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
2500	12	7		
2000	15	9	5	
1500	21	12	6	3
1400	22	13	7	3
1300	24	14	7	3
1200	26	15	8	3
1000	31	18	9	4
900	34	20	10	4
800	39	22	11	5
700	44	26	13	6
600	51	30	15	6
500		36	18	8
400		45	23	10
300			30	13
250			37	15
200				19
175				22
150				26
140				28
130				30
120				32
110				35

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

Panjang pencapaian perubahan kelandaian dari kemiringan normal sampai ke kemiringan superelevasi penuh ( $L_s$ ) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$L_s = \frac{(W + 1)e_d}{b_w} \quad \text{Pers. 2. 34}$$

Dimana :

$w$  = Lebar satu lajur lalu lintas (m)

$e_d$  = Superelevasi rencana (%)

$n_1$  = Jumlah lajur yang diputar

= Tingkat perubahan kelandaian relative (m/m)

$b_w$  = Faktor penyesuaian untuk jumlah lajur yang diputar

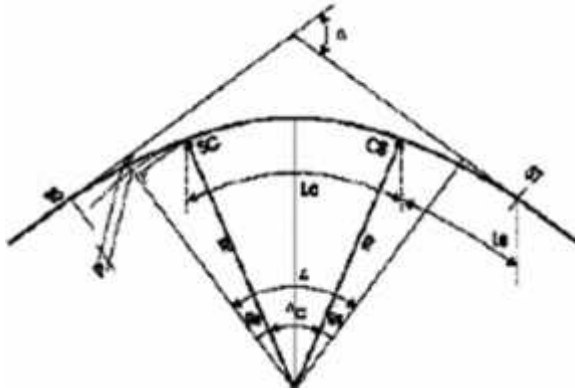
$n_1$	1	1,5	2
$b_w$	1,00	0,83	0,75

Tikungan yang memiliki  $R$  dengan nilai  $e = LN$  tidak memerlukan **lengkung peralihan** dan tikungan yang memiliki  $R$  dengan nilai  $e = RC$  tidak memerlukan **superelevasi**

**d. Persyaratan  $L_s$  min dan  $L_s$  max**

Jika lengkung peralihan digunakan, maka posisi lintasan tikungan bergeser dari bagian jalan yang lurus ke arah sebelah dalam sejauh  $p$ .





Gambar 2. 13 Pergeseran Lintasan Pada Tikungan menggunakan Lengkung Peralihan

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

$$P = \frac{L^2}{2} \quad \text{Pers. 2. 35}$$

Apabila nilai  $p$  kurang dari 0,20 m, maka lengkung peralihan tidak diperlukan. Sehingga tipe tikungan menjadi *full circle*.

$$L \text{ m} = \sqrt{2 (p_m) R} \quad \text{Pers. 2. 36}$$

Lengkung peralihan juga dibatasi oleh besarnya nilai  $p$  yang dibolehkan jika menggunakan lengkung peralihan yaitu 1,0 m. Sehingga persamaan untuk panjang lengkung peralihan maksimumnya dibolehkan adalah sebagai berikut:

$$L \text{ m} = \sqrt{2 (p_m) R} \quad \text{Pers. 2. 37}$$

Tabel 2. 23 Ls min dan Ls max berdasarkan Pergeseran lintasan (p)

R (m)	Ls min (m)	Ls max (m)	R (m)	Ls min (m)	Ls max (m)	R (m)	Ls min (m)	Ls max (m)
5000	155	346	1000	69	155	250	35	77
3000	120	268	900	66	147	200	31	69
2500	110	245	800	62	139	175	29	65
2000	98	219	700	58	130	150	27	60
1500	85	190	600	54	120	140	26	58
1400	82	183	500	49	110	130	25	56
1300	79	177	400	44	98	120	24	54
1200	76	170	300	38	85	110	23	51

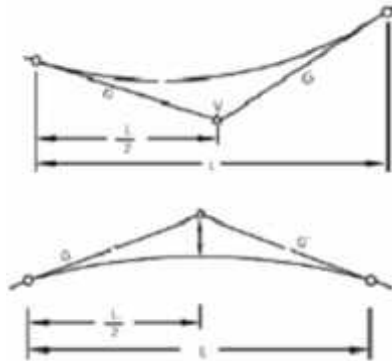
Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

### 2.5.3 Alinyemen Vertikal

#### a Umum

Alinyemen vertikal terdiri atas bagian lurus dan bagian lengkung.

- Bagian lurus dapat berupa landai positif (tanjakan), atau landai negatif (turunan), atau landai nol (datar).
- Bagian lengkung vertikal dapat berupa lengkung cekung atau lengkung cembung.



Gambar 2. 14 Lengkung Vertikal Cekung dan Lengkung vertikal Cembung

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

Bila pelaksanaan konstruksi dilakukan secara bertahap selama masa konsesi jalan tol, maka harus dipertimbangkan, misalnya peningkatan perkerasan, penambahan lajur, dan dengan pelaksanaan pembiayaan yang efisien, dan dianjurkan, perubahan alinyemen vertikal di masa yang akan datang seharusnya dihindarkan.

#### **b Kelandaian Alinyemen Vertikal**

##### **) Kelandaian Minimum**

Kelandaian minimum harus diberikan apabila kondisi jalan tidak memungkinkan melakukan drainase ke sisi jalan. Besarnya kelandaian minimum ditetapkan 0,50% memanjang Jalan untuk kepentingan pematusan aliran air.

##### **) Kelandaian Maksimum**

Pembatasan kelandaian maksimum dimaksudkan untuk memungkinkan kendaraan bergerak terus tanpa kehilangan kecepatan yang berarti. Kelandaian maksimum jalan untuk alinyemen vertikal harus memenuhi tabel 2 di bawah ini :

Tabel 2. 24 Kelandaian Maksimum

$V_R$ (km/jam)	Kelandaian Maksimum (%)		
	Datar	Perbukitan	Pegunungan
120	3	4	5
100	3	4	6
80	4	5	6
60	5	6	6

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

##### **) Panjang landai kritis**

Panjang landai kritis yaitu panjang landai maksimum dimana kendaraan dapat mempertahankan kecepatannya sedemikian rupa, yang ditetapkan atas dasar besarnya landai (tanjakan) dan penurunan kecepatan kendaraan

berat sebesar 15 km/jam. Panjang kritis ditetapkan dari tabel dibawah ini.

Tabel 2. 25 Panjang Landai Kritis

$V_R$ (km/jam)	Landai (%)	Panjang Landai Kritis (m)
120	3	800
	4	500
	5	400
100	4	700
	5	500
	6	400
80	5	600
	6	500
60	6	500

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

### c Lengkung Vertikal Alinyemen Vertikal

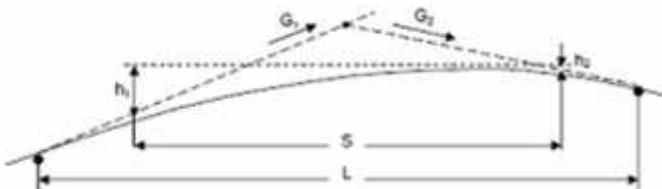
#### ) Lengkung Vertikal cembung

Panjang lengkung vertikal cembung, berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

- a. Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S < L$ ), seperti pada gambar 2.14

$$L = \frac{A^2}{6}$$

Pers. 2. 38



Gambar 2. 15 Jarak Pandang Henti lebih Kecil dari panjang Lengkung Vertikal Cembung

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)

- b. Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cembung ( $S > L$ ), seperti pada Gambar dibawah ini

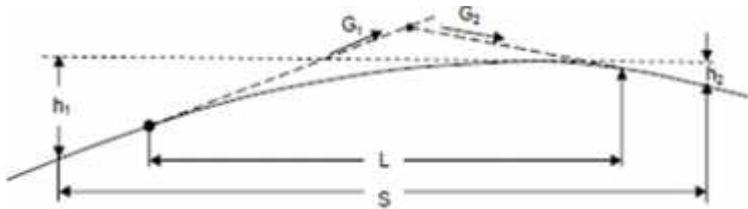
$$L = 2 \left( \frac{S^2}{A} \right) \quad \text{Pers. 2. 39}$$

Dimana :

L = Panjang lengkung vertikal (m)

A = Perbedaan aljabar landai (%)

S = Jarak pandang henti (m)



Gambar 2. 16 Jarak Pandang Lebih Besar dari Panjang lengkung Vertikal Cembung

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar dari panjang lengkung vertikal, yaitu  $L_{\min} = 0,6 V_R$ , dimana  $V_R$  dalam km/jam dan  $L_{\min}$  dalam meter. Panjang minimum lengkung vertikal cembung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana ( $V_R$ ) jalan tol dapat menggunakan tabel di bawah ini :

Tabel 2. 26 Panjang Lengkung Vertikal Cembung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cembung (m)			
	$V_R = 120 \text{ km/jam}$	$V_R = 100 \text{ km/jam}$	$V_R = 80 \text{ km/jam}$	$V_R = 60 \text{ km/jam}$
12,0		625	309	132
11,0		573	283	121
10,0		521	257	110
9,0		469	232	99
8,0	760	417	206	88
7,0	665	365	180	76
6,0	570	313	155	61
5,0	475	261	129	39
4,0	380	209	96	36
3,0	285	151	48	36
2,0	171	60	48	36
1,0	72	60	48	36

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

### J Lengkung Vertikal Cekung

Panjang lengkung vertikal cekung, berdasarkan jarak pandangan henti ditentukan dengan rumus sebagai berikut:

- a. Jika jarak pandang henti lebih kecil dari panjang lengkung vertikal cekung ( $S < L$ )

$$L = \frac{A^2}{1 + 3,5S} \quad \text{Pers. 2. 40}$$

- b. Jika jarak pandang henti lebih besar dari panjang lengkung vertikal cekung ( $S > L$ ),

$$L = 2 - \frac{1 + 3,5}{A} \quad \text{Pers. 2. 41}$$

Dimana :

$L$  = Panjang lengkung vertikal (m)

$A$  = Perbedaan aljabar landai (%)

$S$  = Jarak pandang henti (m)

Nilai minimum untuk panjang lengkung vertikal pada kondisi jarak pandang lebih besar panjang lengkung vertikal, yaitu  $L_{\min}$  adalah 0,6

$V_R$ , dimana  $V_R$  dalam km/jam dan  $L_{min}$  dalam meter. Panjang minimum lengkung vertikal cekung berdasarkan jarak pandangan henti, untuk setiap kecepatan rencana ( $V_R$ ) menggunakan tabel dibawah ini.

Tabel 2. 27 Panjang Lengkung Vertikal Cekung Berdasarkan Jarak Pandang Henti

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lengkung Vertikal Cekung (m)			
	$V_R = 120$ km/jam	$V_R = 100$ km/jam	$V_R = 80$ km/jam	$V_R = 60$ km/jam
12,0		536	353	208
11,0		491	324	191
10,0		448	294	174
9,0		402	265	156
8,0	503	357	236	139
7,0	440	313	206	122
6,0	377	268	177	104
5,0	315	223	147	87
4,0	252	179	117	66
3,0	169	115	69	36
2,0	72	60	48	36
1,0	72	60	48	36

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol, Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga (No.007/BM/2009)

cekung, maka panjang lengkung vertikal cekung harus lebih besar dari persamaan berikut:

$$L = \frac{A^2}{3} \quad \text{Pers. 2. 42}$$

Dimana :

- L = Panjang lengkung vertikal (m)
- A = Perbedaan aljabar landai (%)
- V = Kecepatan rencana (km/jam)

Panjang minimum lengkung vertikal cekung berdasarkan faktor kenyamanan, untuk setiap kecepatan rencana ( $V_R$ ) jalan tol dapat menggunakan tabel 2.29.

Tabel 2. 28 Panjang Lenkung Vertikal Cekung berdasarkan Faktor Kenyaman

Perbedaan Aljabar Landai (%)	Panjang Lenkung Vertikal Cekung (m)			
	$V_R = 120 \text{ km/jam}$	$V_R = 100 \text{ km/jam}$	$V_R = 80 \text{ km/jam}$	$V_R = 60 \text{ km/jam}$
12,0		304	194	109
11,0		278	178	100
10,0		253	162	91
9,0		228	146	82
8,0	292	203	130	73
7,0	255	177	113	64
6,0	219	152	97	55
5,0	182	127	81	46
4,0	146	101	65	36
3,0	109	76	49	27
2,0	73	51	32	18
1,0	36	25	16	9

Sumber: Buku Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol,  
Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina  
Marga (No.007/BM/2009)



#### **2.5.4 Koordinasi Alinyemen Horizontal dan Alinyemen Vertikal**

- a. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perencanaan alinyemen, adalah sebagai berikut : Alinyemen vertikal dan alinyemen horizontal terletak dalam 1 fase, sehingga tikungan tampak alami dan penegemudi dapat memperhatikan bentuk alinyemen berikutnya.
- b. Bila tikungan horizontal dan vertikal tidak terletak pada 1 fase maka pengemudi akan sukar untuk memperkirakan bentuk jalan selanjutnya dan bentuk jalan terkesan patah di suatu tempat.
- c. Tikungan yang tajam sebaiknya dihindari dibagian atas lengkung vertikal cembung atau dibagian bawah lengkung vertikal cekung. Alinyemen vertikal akan menghalangi pengemudi pada saat mulai memasuki awal tikungan. Kombinasi ini akan memberikan kesan terputusnya jalan yang sangat membahayakan penemudi.
- d. Pada jalan yang lurus dan panjang sebaiknya tidak dibuatkan lengkung vertikal cekung atau kombinasi lengkung verikal cekung.
- e. Kelandaian yang landai dan pendek sebaiknya tidak ditelakkan diantara dua kelandaian yang curam sehingga mengurangi jarakl pandang pengemudi.
- f. Jangan menempatkan bagian lurus pendek pada lengkung cembung akan memberikan efek loncatan pada pengemudi.
- g. Hindarkan menempatkan awal dari tikungan, mendekat puncak dari lengkungan cembung.

## 2.6 Perhitungan Perencanaan Tebal Perkerasan Kaku

### 2.6.1 Metode Perencanaan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003

#### 2.6.1.1 Nilai CBR Tanah Dasar

Daya Dukung tanah dasar ditentukan menggunakan pengujian CBR sesuai dengan SNI 03-17311989 atau CBR laboratorium sesuai dengan SNI 03-1744-1989. Apabila tanah dasar mempunyai nilai CBR  $< 2\%$  , maka harus digunakan pondasi bawah yang terbuat dari *Lean-Mix Concrete* setebal 15 cm yang dianggap mempunyai CBR 5%.

#### 2.6.1.2 Lapis pondasi Bawah

Lapis pondasi bawah pada perkerasan beton semen bukan merupakan bagian utama yang memikul beban, tapi perlu digunakan terutama jika memiliki kondisi tanah dasar yang buruk. Selain itu Pondasi bawah (sub-base) juga memiliki keuntungan sebagai berikut :

- a. Menambah daya dukung lapisan tanah dasar.
- b. Menyediakan Lantai kerja yang stabil untuk peralatan konstruksi
- c. Untuk mendapatkan permukaan daya dukung yang seragam
- d. Untuk mengurangi lendutan pada sambungan sehingga menjamin penyaluran beban melalui sambungan muai dalam jangka waktu lama.
- e. Untuk menjaga perubahan volume lapisan tanah dasar yang besar akibat pemuaian dan penyusutan.
- f. Untuk mencegah *pumping* , pada sambungan pelat..

Lapis pondasi bawah perlu diperlebar sampai 60 cm diluar tepi perkerasan beton, untuk mendukung kinerja plat beton diatasnya .

### **Jenis jenis lapisan pondasi bawah :**

#### **) Pondasi Bawah material berbutir**

Material berbutir tanpa pengikat harus memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI-03-6388-2000. Persyaratan gradasi pondasi bawah dengan kelas B. Sebelum pekerjaan dimulai, bahan pondasi bawah harus diuji gradasinya dan harus memenuhi spesifikasi bahan untuk pondasi bawah, dengan penyimpangan ijin 3% - 5%. Ketebalan minimum lapis pondasi bawah untuk tanah dasar dengan CBR minimum 5% adalah 15 cm.

#### **) Pondasi bawah dengan bahan pengikat (bound Sub-Base)**

Pondasi bawah dengan bahan pengikat (BP) dapat digunakan salah satu dari :

- (i) Stabilisasi material berbutir dengan kadar bahan pengikat yang sesuai dengan hasil perencanaan, untuk menjamin kekuatan campuran dan ketahanan terhadap erosi . Jenis bahan pengikat dapat meliputi semen, kapur, serta abu terbang atau slag yang dihaluskan.
- (ii) Campuran beraspal bergradasi rapat (dense-graded asphalt)
- (iii) Campuran beton kurus giling padat yang harus mempunyai kuat tekan karakteristik pada umur 28 hari minimum 5,5 Mpa ( $55 \text{ kg/cm}^2$ )

#### **) Pondasi bawah dengan Campuran Beton Kurus (Lean-Mix-Concrete)**

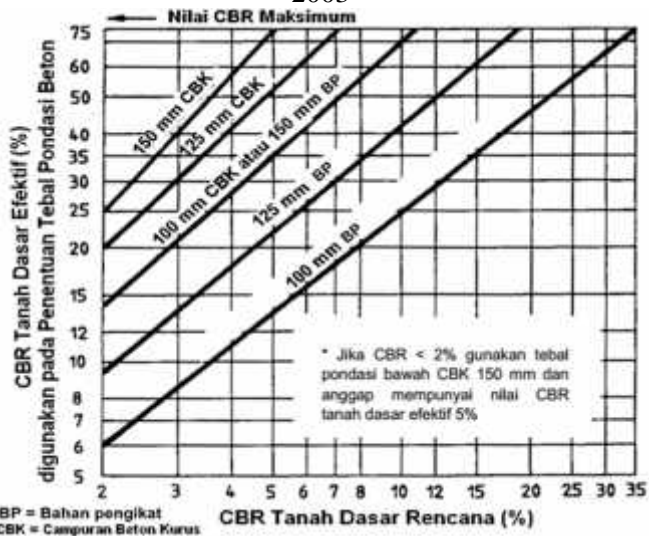
Campuran Beton Kurus (CBK) harus mempunyai kuat tekan beton karakteristik pada umur 28 hari minimum 5 Mpa ( 50 Kg/cm<sup>2</sup>) tanpa menggunakan abu terbang , atau 7 Mpa (70 Kg/cm<sup>2</sup>) bila menggunakan abu terbang, dengan tebal minimum 10 cm .

Tebal lapis pondasi bawah minimum yang disarankan dapat dilihat pada gambar



Gambar 2. 17 Tebal perkeerasan Minumim untuk Perkerasan Beton

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003



Gambar 2. 18 CBR Tanah DasarEfektif dan Tebal Pondasi  
Sumber : Perencanaan Perkerasan Jlan Beton Semen Pd-T-14-2003

CBR tanah dasar rencanang diperoleh dari gambar 2.4 kemudian digunakan pada gambar 2.5 untuk mendapatkan CBR tanah dasar efektif , yang digunakan untuk menentukan tebal pelat beton. Perencanaan ini didasarkan bahwa antara pelat dengan pondasi bawah tidak ada ikatan. Jenis pemecah ikatan dan koefisien geseknya dapat dilihat pada tabel 2.30

**Tabel 2. 29** Nilai Koefisien Gesekan ( $\mu$ )

No.	Lapis pemecah ikatan	Koefisien gesekan ( $\mu$ )
1	Lapis resap ikat aspal di atas permukaan pondasi bawah	1,0
2	Laburan parafin tipis pemecah ikat	1,5
3	Karet kompon ( <i>A chlorinated rubber curing compound</i> )	2,0

Sumber: Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd-T-14-2003

### 2.6.1.3 Beban Lalu-Lintas Rencana

Lalu Lintas harus dianalisis berdasarkan hasil perhitungan volume lalu- lintas dan konfigurasi sumbu, menggunakan data terakhir atau data 2 tahun terakhir, sedangkan kendaraan yang ditinjau untuk perencanaan perkerasan beton adalah kendaraan niaga yang mempunyai berat total 5 ton. Konfigurasi sumbu untuk perencanaan terdiri atas 4 jenis kelompok sumbu sebagai berikut :

- ) Sumbu Tunggal Roda Tunggal (STRT)
- ) Sumbu Tunggal Ganda (STRG)
- ) Sumbu Tandem Roda Ganda (STdRG)
- ) Sumbu Tridem Roda Ganda (STrRG)

### 2.6.1.4 Koefisien Distribusi

Koefisien distribusi (C) kendaraan niaga dapat ditentukan dari lebar perkerasan seperti pada Tabel 2.2 berikut

Tabel 2. 30 Koefisien Distribusi Kendaraan Niaga pada Lajur Rencana

Lebar perkerasan ( $L_p$ )	Jumlah lajur ( $n_l$ )	Koefisien distribusi	
		1 Arah	2 Arah
$L_p < 5,50$ m	1 lajur	1	1
$5,50 \text{ m} \leq L_p < 8,25$ m	2 lajur	0,70	0,50
$8,25 \text{ m} \leq L_p < 11,25$ m	3 lajur	0,50	0,475
$11,25 \text{ m} \leq L_p < 15,00$ m	4 lajur	-	0,45
$15,00 \text{ m} \leq L_p < 18,75$ m	5 lajur	-	0,425
$18,75 \text{ m} \leq L_p < 22,00$ m	6 lajur	-	0,40

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003

### 2.6.1.5 Pertumbuhan Lalu-Lintas

Faktor pertumbuhan lalu lintas yang dapat ditentukan berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$R = \frac{(1+I)^U - 1}{I} \quad \text{Pers. 2. 43}$$

Dimana :

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas

I = Laju pertumbuhan lalu lintas per tahun (%)

UR = Umur rencana (tahun)

Selain menggunakan rumus diatas, Fator pertumbuhan lalu-lintas (R) dapat juga ditentukan berdasarkan Tabel dibawah ini

Tabel 2. 31 Faktor Pertumbuhan lalu Lintas (R)

Umur Rencana (Tahun)	Laju Pertumbuhan (i) per tahun (%)					
	0	2	4	6	8	10
5	5	5,2	5,4	5,6	5,9	6,1
10	10	10,9	12	13,2	14,5	15,9
15	15	17,3	20	23,3	27,2	31,8
20	20	24,3	29,8	36,8	45,8	57,3
25	25	32	41,6	54,9	73,1	98,3
30	30	40,6	56,1	79,1	113,3	164,5
35	35	50	73,7	111,4	172,3	271
40	40	60,4	95	154,8	259,1	442,6

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003

### 2.6.1.6 Lalu-Lintas Rencana

Lalu lintas rencana adalah jumlah kumulatif seumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis sumbu kendaraan.

Jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$JSKN = JSKNH \times 365 \times R \times C \quad \text{Pers. 2. 44}$$

Dimana :

JSKN = Jumlah total sumbu kendaraan niaga selama umur rencana

JSKNH = Jumlah total sumbu kendaraan niaga per hari

R = Faktor pertumbuhan lalu lintas dari persamaan (2.21)

C = Koefisien distribusi kendaraan

### 2.6.1.7 Faktor Keamanan Beban

Pada penentuan beban rencana, beban sumbu dikalikan dengan faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ), seperti terlihat pada tabel 2.33

Tabel 2. 32 Faktor Keamanan Beban ( $F_{KB}$ )

No.	Penggunaan	Nilai $F_{KB}$
1	Jalan bebas hambatan utama ( <i>major freeway</i> ) dan jalan berlajur banyak, yang aliran lalu lintasnya tidak terhambat serta volume kendaraan niaga yang tinggi. Bila menggunakan data lalu-lintas dari hasil survai beban ( <i>weight-in-motion</i> ) dan adanya kemungkinan route alternatif, maka nilai faktor keamanan beban dapat dikurangi menjadi 1,15.	1,2
2	Jalan bebas hambatan ( <i>freeway</i> ) dan jalan arteri dengan volume kendaraan niaga menengah.	1,1
3	Jalan dengan volume kendaraan niaga rendah.	1,0

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003

### 2.6.1.8 Bahu

Bahu dapat terbuat dari bahan lapisan pondasi bawah dengan atau tanpa lapisan penutup beraspal atau lapisan beton semen. Perbedaan kekuatan antara bahu dengan

jalur lalu lintas akan memberikan pengaruh pada kinerja perkerasan. Hal tersebut dapat diatasi dengan bahu beton semen, sehingga akan meningkatkan kinerja perkerasan dan mengurangi tebal pelat.

### 2.6.1.9 Perencanaan Jenis Sambungan

Adapun Sambungan pada perkerasan beton semen digunakan untuk :

- ) Membatasi tegangan dan pengendalian retak yang disebabkan oleh penyusutan, pengaruh lenting, serta beban lalu-lintas
- ) Memudahkan pelaksanaan.
- ) Mengakomodasi gerak pelat.

Semua sambungan harus ditutup dengan bahan penutup (*joint sealer*), kecuali pada sambungan isolasi; harus diberi bahan pengisi (*joint filler*). Penutup sambungan dimaksudkan untuk mencegah masuknya air dan benda lain ke dalam sambungan perkerasan.

**Jenis sambungan yang terdapat pada perkerasan kaku antara lain :**

#### 1. Sambungan memanjang dengan batang pengikat (tie bars)

Sambungan memanjang berfungsi untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Jarak antar sambungan memanjang  $\pm 3 - 4$  m. Sambungan memanjang harus dilengkapi dengan batang ulir sebagai batang pengikat dengan minimum BJTU-24 dengan diameter 16.

Sedangkan ukuran batang pengikat dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times b \times h \quad \text{Pers. 2. 45}$$

$$l = (38,3 \times ) + 75 \quad \text{Pers. 2. 46}$$



Dimana :

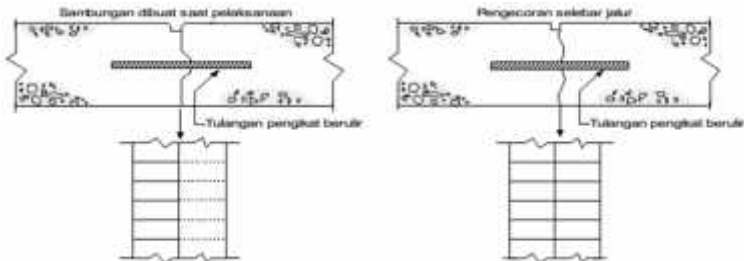
$A_t$  = Luas penampang tulangan per o0. panjang sambungan ( $\text{mm}^2$ )

$b$  = Jarak terkecil antar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan(m)

$h$  = Tebal pelat beton (m)

$l$  = Panjang batang pengikat (mm)

= Diameter batang pengikat yang dipilih (mm)



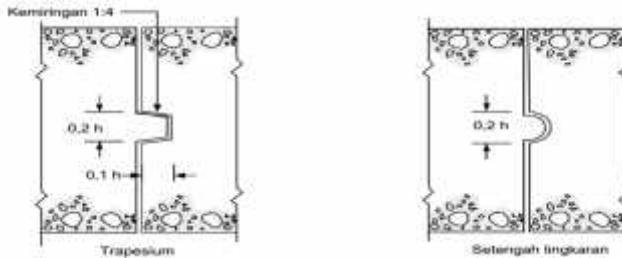
Gambar 2. 19. Tipikal Sambungan Memanjang

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003

## 2. Sambungan Susut Memanjang

Sambungan susut memanjang dapat dilakukan dengan salah satu dari dua cara yaitu menggergaji atau memebentuk pada saat beton masih plastis dengan kedalaman sepertiga dari tebal pelat.

Sambungan Pelaksanaan Memanjang umumnya dilakukan dengan cara penguncian. Bentuk dan ukuran penguncian dapat berbentuk trapesium atau setengah lingkaran sebagaimana diperlihatkan pada gambar



Gambar 2. 20 Ukuran Standar Penguncian Sambungan Memanjang  
Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003

### 3. Sambungan Susut Melintang

Kedalaman sambungan kurang lebih seperempat dari tebal pelat untuk lapis pondasi berbutir, dan sepertiga dari tebal pelat untuk lapis pindasi stabilisasi semen sebagai mana diperlihatkan pada Gambar 2.

Jarak sambungan susut melintang untuk perekerasan beton bersambung tanpa tulanagan  $\pm 4 - 5$  m, sedangkan untuk perekerasan beton bersambung dengan tulanagan  $\pm 8 - 15$  m dan untuk sambungan perkerasan beton menerus dengan tulanagan sesuai dengan kemampuan pelaksanaan.

Sambungan ini harus dilengkapi dengan tulanagan ruji polos panjang 45 cm, jarak antar ruji 30 cm, lurus dan bebas dari tonjolan tajam yang akan mempengaruhi gerakan bebas pada saat pelat beton menyusut.

Setengah panjang ruji polos harus dilumuri cat tau bahan anti lengket untuk menjamin tidak ada ikatan dengan beton. Diameter ruji tergantung dari tebal pelat beton sebagaimana terlihat pada Tabel

Tabel 2. 33 Diameter Sambungan Berdasarkan Tebal Pelat Beton

No	Tebal Pelat Beton, h (mm)	Diameter ruji (mm)
1	$125 < h \leq 140$	20
2	$140 < h \leq 160$	24
3	$160 < h \leq 190$	28
4	$190 < h \leq 220$	33
5	$220 < h \leq 250$	36

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003



Gambar 2. 21 Sambungan Susut Melintang Tanpa Ruji

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003



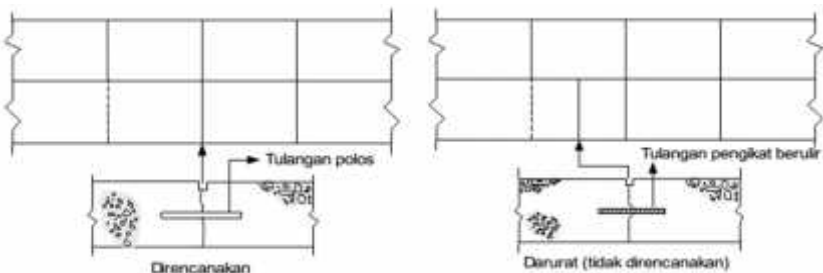
Gambar 2. 22 Sambungan Susut Melintang Dengan Ruji

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003

#### 4. Sambungan Pelaksanaan Melintang

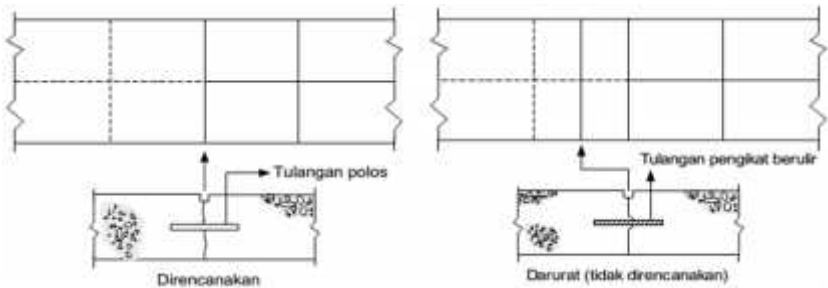
Sambungan pelaksanaan melintang yang tidak direncanakan (darurat) harus menggunakan batang pengikat berulir, sedangkan pada sambungan yang direncanakan harus menggunakan batang tulangan polos yang diletakkan ditengah tebal pelat. Tipikal sambungan pelaksanaan melintang diperlihatkan pada Gambar dan gambar

Sambungan pelaksanaan tersebut diatas harus dilengkapi dengan atang pengikat berdiameter 16 mm, panjang 69 cm dan jarak 60 cm, untuk ketebalan pelat samapai 17 cm. Untuk ketebalan pelat lebih dari 17 cm, ukuran batang pengikat 20 mm, panjang 84 cm dan jarak 60 cm.



Gambar 2. 23 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan Tidak Direncanakan Per Lajur

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003



Gambar 2. 24 Sambungan Pelaksanaan yang Direncanakan dan Tidak Direncanakan Per Lajur

Sumber : Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen PD-T-14-2003

#### 2.6.1.10 Perencanaan Tebal perkerasan

Tebal pelat taksiran dipilih dan total fatik serta kerusakan erosi dihitung berdasarkan komposisi lalu-lintas selama umur rencana. Jika kerusakan fatik atau erosi lebih dari 100%, tebal taksiran dinaikan dan proses perencanaan diulangi. Tebal rencana adalah tebal taksiran yang paling kecil yang mempunyai total fatik dan atau total kerusakan erosi lebih kecil atau sama dengan 100%.

### 2.6.2 Metode American Associate of State Highway and Transportation Official 1993 (AASHTO 1993)

#### 2.6.2.1 Analisis Lalu-Lintas

Parameter - parameter perencanaan untuk traffic Design adalah sebagai berikut :

- ) Umur Rencana
- ) Volume lalu-lintas harian rata – rata (LHR)
- ) Angka Ekiivalen (E)
- ) Pertumbuhan lalu-lintas tahunan (G)
- ) Faktor distribusi arah ( $D_D$ )
- ) Faktor disrtibusi jalur ( $D_L$ )

### 1. Analysis Periode/Umur Rencana

Tabel 2. 34. Besaran Umur Rencana Berdasarkan Volume Kendaraan

Highway Condition	Analysis Period (Year)
High-Volume Urban	30-50
High-Volume Rural	20-50
Low-Volume Paved	15-25
Low-Volume Aggregate Surface	10-20

Sumber : AASHTO 1993

Umur rencana rigid Pavement untuk Tol  
Jokerto- Kertosono Seksi II diambil 30 tahun.

### 2. Load Equivalency Factor/Angka Ekivalensi (E)

Angka Ekivalen (E) untuk masing – masing golongan beban gandar sumbu setiap kendaraan ditentukan menggunakan tabel pada lampiran. Untuk presentase beban setiap jenis kendaraan menggunakan peraturan Bina Marga. Penentuan angka ekivalen ini (E) dibedakan berdasarkan beban sembu gandar kendaraan ( Sumbu tunggal atau Sumbu tandem) dan nilai Pt ( $P_t = 2$  atau  $P_t = 2,5$ ).

### 3. Directional Distribution Factor/Faktor Distribusi Arah ( $D_D$ )

Faktor distribusi arah  $D_D = 0,3 - 0,7$

Umumnya diambil 0,5

#### 4. Lane Distribusi Factor/Faktor distribusi Lajur ( $D_L$ )

Tabel 2. 35 Faktor Distribusi ( $D_L$ )

Number of Lane in Each Direction	$D_L$ (%)
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Sumber : AASHTO 1993

##### 2.6.2.2 Desain ESAL

Beban gandar standar kumulatif untuk 2 arah /*cumulative two-directional predicated for spesific section*

$$W_{18} = LHR \times E \times 365 \quad \text{Pers. 2. 47}$$

Dimana :

$W_{18}$  = Beban Gandar Standart Kumulatif  
untuk 2 Arah

LHR = Jumlah lalu lintas harian untuk rata-rata  
2 arah untuk jenis kendaraan j.

E = Angka ekivalen

Lalu Lintas pada Lajur Rencana Selama Setahun

$$W_{18} = D_D \times D_L \times W_{18} \quad \text{Pers. 2. 48}$$

Dimana :

$W_{18}$  = Lalu lintas pada lajur rencana selama  
setahun

$D_D$  = Faktor diostribusi arah

$D_L$  = Faktor distribusi lajur

Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif

Untuk menentukan lalu lintas kumulatif pada umur rencana yaitu dengan mengalikan lalu lintas pada lajur rencana yaitu dengan mengalikan lalu lintas pada lajur rencana selama setahun dengan tingkat pertumbuhan lalu lintas.

$$W_t = W_{18} \frac{(1+g)^n - 1}{g} \quad \text{Pers. 2. 49}$$

Dimana :

- $W_t$  = Jumlah beban gandar tunggal standart kumulatif  
 $W_{18}$  = Lalu lintas pada lajur rencana selama setahun  
 $n$  = Umur pelajanan, umur rencana (tahun)  
 $g$  = Pertkembangan lalu lintas (%)

### 2.6.2.3 Realibility

Dalam proses perencanaan perkerasan terdapat beberapa ketidak mungkinan. Reliability adalah probabilitas yang bisa menjamin bahwa perkerasan yang direncanakan akan bertahan selama selang waktu yang direncanakan (umur rencana). menurut AASHTO 1993 penetapan angka Reliability adalah dari 50 % sampai 99,99 % , penentuan tingkatan reliability ini tergantung pada volume jalan, klasifikasi jalan yang direncanakan dan ekspansi pengguna jalan. Semakin tinggi tingkat reliability yang dipilih semakin tebal lapisan perkerasan yang dibutuhkan. . Parameter reliability adalah sebagai berikut :

- Penetapan tingkat Reliability (R)
- Penetapan Standart Normal Deviation ( $Z_R$ )
- Penetapan Standart Deviasi ( $S_o$ )



Tabel 2. 36 Tingkat Reliability (R) Untuk Berbagai –macam  
Klasifikasi Jalan

Functional Classification	Recommended Level Of Reliability	
	Urban	Rural
Interstate and Other Freeways	85-99.9	85-99.9
Principal Arterials	80-99	75-95
Collectors	80-95	75-95
Local	50-80	50-80

Sumber : AASHTO 1993

Tabel 2. 37 Nilai Standart normal deviation ( $Z_R$ ) Untuk Tingkat  
Reliability Tertentu

R(%)	$Z_R$	R(%)	$Z_R$
50	-0,000	93	-1,476
60	-0,253	94	-1,555
70	-0,524	95	-1,645
75	-0,674	96	-1,751
80	-0,841	97	-1,881
85	-1,037	98	-2,054
90	-1,282	99	-2,327
91	-1,340	99,9	-3,090
92	-1,405	99,99	-3,750

Sumber : AASHTO 1993

Menurut AASHTO 1993 Standartdeviation untuk rigid pavement ( $S_o$ ) adalah 0,30 – 0,40

#### 2.6.2.4 Serviceability

Serviability merupakan tingkat pelayanan yang diberikan oleh sistem perkerasan kepada pengguna jalan. Tingkat pelayanan dibagi menjadi 2 yaitu :

- ✓ tingkat pelayanan awal /Initial Serviceability ( $P_o$ )
- ✓ tingkat pelayanan akhir /Terminal Serviceability ( $P_t$ ).

Tingkat pelayanan awal berdasarkan AASHTO 1993 diharuskan sama atau lebih dari 4,0. Nilai Tingkat

pelayanan awal ( $P_o$ ) untuk perkerasan kaku yang direkomendasikan oleh AASHTO road Teast adalah 4,5. Kriteria untuk menentukan tingkat pelayanan pada akhir umur rencana ( $P_t$ ) dapat didasarkan dari volume lalu-lintas. Nilai  $P_t$  berdasarkan volume lalu lintas ditunjukkan pada tabl 2.1

Tabel 2. 38 Terminal Serviceability Index( $P_t$ )

Percent of People Stating Unacceptable	$P_t$
12	3,0
55	2,5
85	2,0

Sumber : AASHTO 1993

Terminal Serviceability Index untuk Jalan utama (Major Highways) :  $P_t = 2,5$  atau lebih

Terminal Serviceability Untuk jalan lalu lintas rendah :  $P_t = 2,0$

Selanjutnya total loss of serviability PSI dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$PSI = P_o - P_t \quad \text{Pers. 2. 50}$$

Dimana :

$P_o$  = Indeks pelayanan pada awal umur rencana.

$P_t$  = Indeks pelayanan pada akhir umur rencana.

#### 2.6.2.5 Modulus reaksi Tanah Dasar

Modulus reaksi tanah dasar ( $k$ ) dihitung menggunakan gabungan formula dan grafik. Penentuan modulus reaksi tanah dasar berdasarkan nilai CBR tanah dasar.

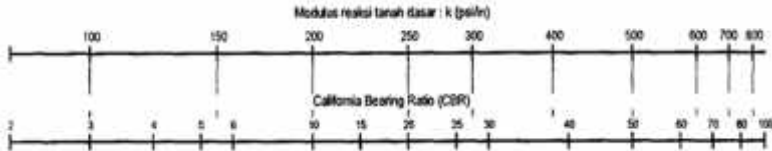
$$M_R = 1.500 \times \text{CBR Tanah Dasar} \quad \text{Pers. 2. 51}$$

$$k = \frac{M_R}{1.4}$$

Dimana :

$M_R$  = Resilient modulus (psi)

Dapat juga menggunakan grafik hubungan antara nilai CBR dengan k



Sumber : Highway Engineering (Teknik Jalan Raya)

#### 2.6.2.6 Modulus Elastisitas Beton

$$E_c = 57.000 \sqrt{f_c} \quad \text{Pers. 2.52}$$

Dimana :

$E_c$  = Modulus elastisitas beton (psi)

$f_c$  = Kuat tekan beton, silinder (psi)

Kuat tekan beton  $f_c$  ditetapkan sesuai dengan spesifikasi pekerjaan. Di Indonesia umumnya digunakan  $f_c' = 350 \text{ kg/cm}^2$ .

#### 2.6.2.7 Flexural Strength

Flexural Strength (modulus of rupture) ditetapkan sesuai dengan spesifikasi pekerjaan. Flexural strength di Indonesia umumnya digunakan  $Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$  (untuk pelat beton)

### 2.6.2.8 Load Transfer Coefficient

Tabel 2. 39 Load Transfer Coefficient (J)

Shoulder	Asphalt		Tied PCC	
Load transfer devices	Yes	No	Yes	No
Pavement type				
1. Plain jointed & jointed reinforced	3.2	3.8 – 4.4	2.5 – 3.1	3.6 – 4.2
2. CRCP	2.9 – 3.2	N/A	2.3 – 4.4	3.6 – 4.2

Sumber : AASHTO 1993

Pendekatan penetapan parameter load transfer :

- Joint dengan dowel :  $J = 2,5 - 3,1$
- Untuk overlay :  $J = 2,2 - 2,6$

### 2.6.2.9 Drainage Coefficient

AASHTO memberikan 2 variabel untuk menentukan nilai koefisien drainase (Cd) :

#### 1) Variabel pertama

Mutu drainase ditentukan oleh berapa lama air dapat dibebaskan dari pondasi perkerasan. Penetapan variable pertama mengacu pada tabel 2.2

Tabel 2. 40 Quality of drainage

Quality of drainage	Water removed within
Excellent	2 jam
Good	1 hari
Fair	1 minggu
Poor	1 bulan
Very Poor	Air tidak terbebaskan

Sumber : AASHTO 1993

Lama dan frekuensi hujan rata – rata terjadi selama 3 jam per hari dan jarang sekali terjadi hujan

terus menerus selama 1 minggu. Maka di perkiraan air dapat diserap oleh pondasi selama 1 hari sehingga pemilihan mutu drainase adalah berkisar *Good*.

### ) Variabel kedua

Penetapan faktor variabel kedua yaitu Prosen struktur dalam 1 tahun terkena air sampai tingkat *saturated*, relatif sulit, belum ada data rekaman pembanding dari jalan lain , namun dengan pendekatan –pendekatan, pengamatan dan perkiraan berikut ini, nilai dari faktor variable kedua tersebut dapat didekati.

Prosen struktur perkerasan dalam 1 tahun terkena air dapat dilakukan pendekatan dengan asumsi sebagai berikut :

$$P_{heff} = \frac{T_{ja}}{2} \times \frac{T_h}{3} \times W_L \times 1 \quad \text{Pers. 2.53}$$

Dimana :

$P_{heff}$  = prosen hari efektif hujan dalam setahun yang akan berpengaruh terkenanya perkerasan (%)

$T_{jam}$  = Rata – rata hujan per hari (jam)

$T_{hari}$  = Rata – rata jumlah hari per tahun (hari)

$W_L$  = Faktor air hujan yang akanmasuk ke pondasi jalan (%)

Selanjutnya drainage coefficient ( $C_d$ ) mengacu pada tabel 2.55

Tabel 2. 41 Drainage coefficient ( $C_d$ )

Quality of drainage	Percent of time pavement structure is exposed to moisture levels approaching saturation			
	< 1 %	1 – 5 %	5 – 25 %	> 25 %
Excellent	1.25 – 1.20	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10
Good	1.20 – 1.15	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00
Fair	1.15 – 1.10	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90
Poor	1.10 – 1.00	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80
Very poor	1.00 – 0.90	0.90 – 0.80	0.80 – 0.70	0.70

Sumber : AASHTO 1993

### 2.6.2.10 Persamaan Penentu Tebal Pelat (D)

$$\log W_{18} = Z_r \times S_o + 7,35 \times \log(D+1) - 0,06 + \frac{\log\left(\frac{\Delta PSI}{4,5-1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 \times 10^7}{(D+1)^{642}}} + (4,22 - 0,32 \times IP) \times \log\left(\frac{S_c' \times C_d (D^{0,24} - 1,123)}{215,63 \times \left[(D^{0,24} \times \frac{10,42}{k^{0,24}})\right]}\right)$$

Pers. 2. 54

Dimana :

$W_{t18}$  = Beban sumbu standar total (ESA) selama umur rencana

$Z_r$  = Standar Normal Deviasi

$S_o$  = Standar deviasi

$D$  = Tebal pelat beton (inc)

$PSI$  = Serviability

$P_o$  = Initial servicebility index

$S_c'$  = Modulus of rupture sesuai spesifikasi pekerjaan (psi)

$C_d$  = Drainage Coefficient

$J$  = Load transfer coefficient

$E_c$  = Modulus elastisitas (psi)

$k$  = Modulus reaksi tanah dasar (pci)

## 2.7 Perencanaan Drainase

Perencanaan saluran tepi bertujuan untuk mengendalikan alu air sehingga tidak ada endapan pada permukaan jalan yan nantinya jika dibiarkan akan merusak perkerasan jalan tersebut.

### 2.7.1 Menghitung Intensitas Curah Hujan

Rumus menghitung intensitas curah hujan (I) menggunakan analisa distribusi frekuensi sebagai berikut :

$$S_x = \sqrt{\frac{(X_t - \bar{X})^2}{n}} \quad \text{Pers. 2. 55}$$

$$X_T = \bar{X} + \frac{s}{s} (YT - YN) \quad \text{Pers. 2. 56}$$

$$I = \frac{9}{4} \% X \quad \text{Pers. 2. 57}$$

Keterangan :

XT = Besarnya curah hujan untuk periode ulang T tahun (mm)/24jam

X = Nilai rata-rata aritmatik hujan kumulatif

Sx = Standar deviasi

YT = Variasi yang merupakan fungsi periode ulang (tabel 2.35)

YN = Nilai yang tergantung pada N (tabel 2.36)

SN = Standart deviasi merupakan fungsi dari N (tabel 2.37)

I = Intensitas curah hujan (mm/jam)

Tabel 2. 42 Nilai Yt

Periode Ulang (Tahun)	Variasi yang berkurang
2	0.3665
5	1.4999
10	2.2502
25	3.1985
50	3.9019
100	4.6001

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

Tabel 2. 43 Tabel Yn

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,4952	0,4996	0,5035	0,5070	0,5100	0,5126	0,5157	0,5181	0,5202	0,5220
20	0,5225	0,5252	0,5288	0,5283	0,5255	0,5309	0,5320	0,5332	0,5343	0,5353
30	0,5352	0,5371	0,5380	0,5368	0,5402	0,5402	0,5410	0,5418	0,5424	0,5432
40	0,5435	0,5422	0,5448	0,5453	0,5458	0,5453	0,5468	0,5473	0,5477	0,5481
50	0,5485	0,5485	0,5493	0,5497	0,5501	0,5504	0,5508	0,5511	0,5519	0,5518
60	0,5521	0,5534	0,5527	0,5530	0,5533	0,5535	0,5538	0,5540	0,5543	0,5545
70	0,5548	0,5552	0,5555	0,5555	0,5557	0,5559	0,5561	0,5563	0,5565	0,5567
80	0,5569	0,5570	0,5572	0,5574	0,5576	0,5578	0,5580	0,5581	0,5583	0,5585
90	0,5586	0,5587	0,5989	0,5591	0,5592	0,5593	0,5595	0,5596	0,5598	0,5599

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

**Tabel 2. 44 Tabel Sn**

n	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
10	0,9496	0,9676	0,9833	0,9971	1,0,095	10,206	1,0316	1,0411	1,0493	1,0565
20	0,0628	10,695	1,0695	1,0811	1,0854	1,0915	1,0961	1,1004	1,1047	1,1066
30	0,1124	1,1199	1,1199	1,1226	1,1255	1,1285	1,1313	1,1339	1,1363	1,1338
40	0,1413	1,1435	1,1435	1,1480	1,1499	1,1519	1,1538	1,1557	1,1574	1,1590
50	0,1607	1,1523	1,1523	1,1558	1,1557	1,1581	1,1596	1,1708	1,1721	1,1734
60	0,1747	1,1759	1,1759	1,1782	1,1782	1,1803	1,1814	1,1824	1,1834	1,1844
70	0,1899	1,1653	1,1653	1,1681	1,1690	1,1698	1,1906	1,1915	1,1923	1,1930
80	0,1938	1,1945	1,1945	1,1959	1,1967	1,1973	1,1980	1,1967	1,1994	1,2001
90	0,2007	1,2013	1,2020	1,2025	1,2032	1,2038	1,2044	1,2049	1,2055	1,2050

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

### Menghitung waktu konsentrasi (Tc)

Waktu konsentrasi (Tc), dihitung dengan rumus :

$$T_c = t_1 + t_2 \quad \text{Pers. 2. 58}$$

$$t_1 = \left( \frac{\frac{2}{3} \times 3,2 \times n}{S} \right)^{0,1} \quad \text{Pers. 2. 59}$$

$$t_2 = \frac{L}{60 V} \quad \text{Pers. 2. 60}$$

Keterangan :

- Tc = Waktu konsentrasi (menit)
- t1 = Waktu inlet (menit).
- T2 = Waktu aliran (menit).
- Lo = jarak titik terjauh ke fasilitas drainase.
- L = panjang saluran.
- Nd = koefisien hambatan (tabel 2.24)
- S = Kemiringan daerah pengaliran.
- V = Kecepatan air rata-rata di selokan (m/dt) (tabel 2.25)



Tabel 2. 45 Hubungan Kondisi Permukaan Dengan Koefisien Hambatan

Kondisi Lapis Permukaan	Nd
1. Lapisan semen dan aspal beton	0,013
2. Permukaan licin dan kedap air	0,020
3. Permukaan licin dan kokoh	0,100
4. Tanah dengan rumput tipis dan gundul dengan permukaan sedikit kasar	0,200
5. Padang rumput dan rerumputan	0,400
6. Hutan gundul	0,600
7. Hutan rimbu dan hutan gundul rapat dengan hamparan rumput jarang sampai rapat	0,800

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

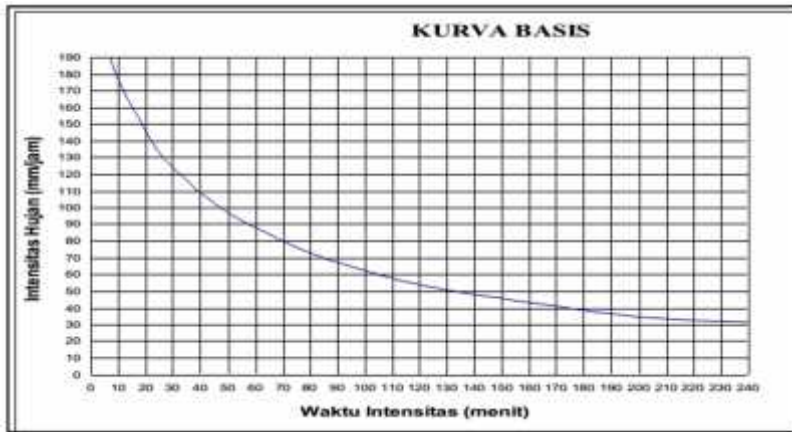
Tabel 2. 46 Kecepatan Aliran Yang Diizinkan Berdasarkan Jenis Material

Jenis Bahan	Kecepatan aliran yang diizinkan (m/s)
Pasir halus	0,45
Lempung kepasiran	0,5
Lanau alluvial	0,6
Kerikil halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,1
Kerikil kasar	1,2
Batu-batu besar	1,5
Pasangan batu	0,60 – 1,80
Beton	0,60 – 3,00
Beton bertulang	0,60 – 3,00

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

## 2.7.2 Kurva Basis

Dalam menentukan kurva lamanya intensitas hujan rencana, yang dapat diturunkan dari kurva basis (lengkung intensitas standart) seperti diuraikan pada grafik dibawah ini.



Gambar 2. 25 Kurva Basis

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

### 2.7.3 Menghitung Koefisien Aliran Rata - Rata

Bila daerah pengaliran terdiri dari beberapa tipe kondisi permukaan yang mempunyai nilai C yang berbeda, harga C rata-rata ditentukan dengan persamaan :

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3+\dots}{A1+A2+A3+\dots} \quad \text{Pers. 2. 61}$$

Keterangan :

C1,C2,C3 = Koefisien pengaliran yang sesuai dengan tipe kondisi permukaan.

A1,A2,A3 = Luas daerah pengaliran yang diperhitungkan sesuai dengan kondisi permukaan.

Tabel 2. 47 Hubungan Kondisi Permukaan Tanah Dan Koefisien Pengaliran

No.	Kondisi Permukaan Tanah	Koefisien Pengaliran I
1	Jalan beton dan jalan beraspal	0,70 – 0,95
2	Jalan kerikil dan jalan tanah	0,40 – 0,70
3	Bahu jalan :	
	- Tanah berbutir halus	0,40 – 0,65
	- Tanah berbutir kasar	0,10 – 0,20
	- Batuan 50actor keras	0,70 – 0,85
	- Batuan 50actor lunak	0,60 – 0,75
4	Daerah Perkotaan	0,70 – 0,95
5	Daerah pinggir kota	0,60 – 0,70
6	Daerah Industri	0,60 – 0,90
7	Pemukiman Padat	0,40 – 0,60
8	Pemukiman tidak padat	0,40 – 0,60
9	Taman dan kebun	0,20 – 0,40
10	Persawahan	0,45 – 0,60
11	Perbukitan	0,70 – 0,80
12	Pegunungan	0,75 – 0,90

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

#### 2.7.4 Menghitung Luas Daerah Pengaliran

Luas daerah pengaliran batas-batasnya tergantung dari pembebasan dan daerah sekelilingnya. Perencanaan drainase pada tugas akhir ini juga memperhatikan daerah pengaliran di luar jalan dengan menggunakan elevasi kontur pada peta topografi lokasi proyek STA 8+000 sampai STA11+000.

#### 2.7.5 Menghitung Debit Air (Q)

Perhitungan debit air yang meggenangi di jalan adalah dengan cara sebagai berikut :

$$Q = \frac{1}{3,6} C . I . A \quad \text{Pers. 2. 62}$$

Dimana:

Q = Debit air (m<sup>3</sup>)

C = Koefisien pengaliran.

I = Intensitas hujan (mm/jam).

A = Luas daerah pengaliran (km<sup>2</sup>).

### 2.7.6 Menghitung Kemiringan Saluran

a Menghitung kemiringan saluran di lapangan :

$$I = \frac{t_1 - t_2}{L} \times 100 \% \quad \text{Pers. 2. 63}$$

Dimana :

t<sub>1</sub> = Tinggi tanah di bagian tertinggi (m).

t<sub>2</sub> = Tinggi tanah di bagian terendah (m).

b Menghitung kemiringan saluran :

$$I = \frac{V \cdot N}{R^{2/3}} \quad \text{Pers. 2. 64}$$

$$R = \frac{F}{P} \quad \text{Pers. 2. 65}$$

Dimana :

V = kecepatan aliran (m/detik).

N = koefisien.

R = jari-jari hidrolik.

F = Luas penampang basah (m).

P = keliling basah (m).

I = kemiringan saluran yang diizinkan.

Tabel 2. 48 Harga n Untuk Rumus Manning

No	Tipe Saluran	Baik Sekali	Baik	Sedang	Jelek
	Saluran buatan, beton atau batu kali				
1	Saluran pasangan batu, tanpa penyelesaian	0.025	0.03	0.033	0.035
2	Seperti no.1, dengan penyelesaian	0.017	0.02	0.025	0.03
3	Saluran beton	0.014	0.016	0.019	0.021
4	Saluran beton halus dan rata	0.01	0.011	0.012	0.013
5	Saluran beton pracetak dengan acuan baja	0.013	0.014	0.014	0.015
	Saluran beton pracetak dengan acuan kayu	0.015	0.016	0.016	0.018

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

- c Dari hasil kedua perhitungan diatas akan dibandingkan.
- Apabila  $(i \text{ lapangan}) < (i \text{ perhitungan})$ , maka kemiringan selokan direncanakan sesuai dengan  $i$  perhitungan
  - Apabila  $(i \text{ lapangan}) > (i \text{ perhitungan})$ , maka harus dibuat pematah arus
- d Pematah Arus
- Pematah arus untuk mengurangi kecepatan aliran diperlukan bagi selokan samping jalan yang panjang dan mempunyai kemiringan cukup besar, Pemasangan jarak pematah arus (L) harus sesuai dengan tabel 2.41 di bawah ini.

Tabel 2. 49 Hubungan Kemiringan Saluran Samping Jalan dan Jarak Pematah Arus

i (%)	6 %	7 %	8%	9%	10%
L (m)	16m	10m	8m	7m	6m

Sumber : Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan T-03-3424-1994

## 2.8 Rencana Anggaran Biaya

Dalam menghitung rancangan anggaran biaya menggunakan HSPK Kota Mojokerto tahun 2016

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*

## **BAB III**

### **METODOLOGI PELAKSANAAN**

#### **3.1 Umum**

Metodologi pelaksanaan adalah cara dan urutan kerja untuk mendapatkan hasil atau kesimpulan dari sebuah perhitungan perencanaan, yaitu berupa tebal perkerasan, penulangan pada perkerasan kaku (rigid pavement) serta perhitungan anggaran biaya yang diperlukan pada proses pekerjaan.

Melalui pembuatan Metodologi berupa penyusunan prosedur kerja dan perhitungan yang teratur dan sistematis, serta pembuatan bagan pekerjaan diharapkan dapat mempermudah proses pengerjaan tugas akhir. Berikut ini adalah Metodologi yang kami gunakan pada penyusunan tugas akhir :

#### **3.2 Data yang Diperoleh**

Disamping melakukan tinjauan pustaka, hal lain yang juga dapat dilakukan adalah melakukan pengumpulan data, data yang dikumpulkan adalah data primer dan data sekunder.

##### **3.2.1 Data Primer**

Data Primer adalah data yang diperoleh melalui pengamatan langsung. Data Primer yang dikumpulkan berupa foto – foto kondisi eksisting ruas jalan Tol Mojokerto – Kertosono Sesi II pada Sta 8+000 sampai dengan Sta 11+000.

##### **3.2.2 Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh melalui pihak kedua. Dalam tugas akhir ini data teknis yang digunakan dalam proses perhitungan dan sebagai acuan perencanaan didapatkan dari data sekunder. Berikut ini adalah data sekunder yang diperlukan beserta sumbernya :

- |   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| a. Trase Jalan                            | PT. Utama Karya<br>Infrastruktur. |
| b. Data Long Section dan<br>Cross Section | PT. Utama Karya<br>Infrastruktur. |
| c. Data Lalu lintas                       | PT. Utama Karya<br>Infrastruktur. |

- |                     |                                      |
|---------------------|--------------------------------------|
| d. Data Curah Hujan | Dinas Pekerjaan Umum Kota Mojokerto. |
| e. Data CBR Tanah   | PT. Utama Karya Infrastruktur.       |
| f. HSPK             | Dinas Pekerjaan Umum Kota Mojokerto. |

### 3.3 Analisa Data Metode Pd-T-14-2003

Langkah-Langkah Perhitungan Tebal perkerasan Dengan Menggunakan Metode Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Semen Pd-T-14-2003 :

1. Tentukan nilai CBR tanah dsar dengan menggunakan pengujian CBR test.
2. Hitung perkiraan distribusi jumlah sumbu kendaraan niaga (JSKN) dan jenis/beban sumbu yang diperoleh dari data volume lalu lintas
3. Pilih jenis sambungan yang akan digunakan
4. Pilih jenis dan tebal lapisan pondasi bawah
5. Tentukan CBR tanah dasar efektif dengan menggunakan gambar 2.19.
6. Tentukan bahu jalan menggunakan bahu beton atau tidak.
7. Tentukan kuat tarik beton pada umur 28 hari
8. Tentukan faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ) dengan menggunakan tabel 2.32 .
9. Nilai tebal plat beton diperoleh dari data JSKN rencana, CBR tanah dasar efektif, FKB, dan jenis lalu lintas dengan menggunakan grafik atau dengan tabel tafsiran.
10. Tentukan faktor erosi (FE) dan tegangan ekivalen (TE) untuk setiap jenis sumbu dengan menggunakan tabel tafsiran
11. Tentukan faktor ratio tegangan (FRT) dengan membagi TE dengan nilai kuat tarik lentur beton ( $F_{cf}$ ).
12. Untuk setiap sumbu tersebut, tentukan beban per roda dan kalikan dengan faktor keamanan beban ( $F_{KB}$ ) untuk menentukan beban rencana per roda.



13. Tentukan analisa fatik untuk setiap beban sumbu dengan menggunakan grafik.
14. Tentukan analisa erosi untuk setiap beban sumbu dengan menggunakan grafik.
15. Tentukan persen kerusakan erosi untuk setiap beban sumbu, kemudian dijumlahkan persen kerusakan akibat erosi tersebut.
16. Tentukan persen kerusakan fatik untuk setiap beban sumbu, kemudian dijumlahkan persen kerusakan akibat fatik tersebut.
17. Apabila persentase salah satu atau kedua analisa kerusakan tersebut 100% maka perlu diulang dari langkah 9 – langkah 16, dengan cara memperbesar tebal plat beton yang digunakan.
18. Apabila persentase salah satu atau kedua dari tipe kerusakan tersebut  $< 100\%$  dengan menggunakan tebal plat baru, maka tebal tersebut dapat digunakan sebagai tebal perkerasan beton yang direncanakan.

### 3.4 Analisa Data Metode AASHTO 1993

Langkah langkah perencanaan dengan metode AASHTO'93 adalah sebagai berikut :

1. Menghitung Angka Ekuivalen (E) untuk masing – masing golongan beban gandar sumbu setiap kendaraan, untuk mendapatkan nilai ekuivalen terlebih dahulu dihitung presentase beban setiap jenis kendaraan menggunakan peraturan Bina Marga. Penentuan angka ekuivalen ini (E) dibedakan berdasarkan beban sumbu gandar kendaraan (Sumbu tunggal atau Sumbu tandem) dan nilai  $P_t$  ( $P_t = 2,5$  atau  $P_t = 2$ ) tabel penentuan nilai ekuivalen dapat dilihat pada lampiran.
2. Menghitung beban rencana  
 Dalam perencanaan beban yang melintas dipengaruhi oleh komposisi lalu lintas, volume lalu lintas yang lewat, faktor bangkitan lalu lintas serta jumlah lajur yang direncanakan. Untuk mendapatkan jumlah beban rencana selang umur rencan terlebih dahulu kita menghitung :

)Beban gandar standart kumulatif untuk 2 arah ( $W_{18} = LHR \times E \times 365$ ), dengan besaran nilai E sesuai dengan no 1. kemudian hasil dari perhitungan digunakan untuk menghitung ,

)Beban lalu lintas pada lajur rencana selama setahun ( $W_{18} = D_D \times D_L \times W_{18}$ ). Dengan nilai  $D_D$  diambil 0,5 dan  $D_L$  nilai DL 70% (tabel 2.47)

)Jumlah beban gandar tunggal standar kumulatif ( $W_t = W_1 \times \frac{(1+y)^n - 1}{y}$ ). Sehingga didapatkan benda lalu lintas selama umur rencana.

3. Hitung CBR dari tanah dasar yang mewakili untuk ruas jalan ini. CBR representatif dari suatu ruas jalan yang direncanakan ini tergantung dari klasifikasi jalan yang direncanakan. Pengambilan dari data CBR untuk perencanaan jalan biasanya diambil pada jarak 50 meter. Untuk satu ruas jalan yang panjang biasanya dibagi atas segmen segmen yang mempunyai nilai CBR yang relatif sama. Dari nilai CBR representatif ini kemudian diprediksi modulus elastisitas tanah (k) .
4. Tentukan *reliability* dan *standard normal deviate*. Kedua besaran ini ditentukan berdasarkan beberapa asumsi antara lain tipe perkerasan dan juga klasifikasi jalan.
5. Kemudian tentukan parameter perencanaan dari sistem perkerasan jalan yang ada seperti :
  - )Initial Present Serviceability Index ( $P_o$ ),
  - )Terminal Serviceability Index ( $P_t$ ),
  - )Total Loss of Serviceability (  $PSI$ ),
  - )Modulus Elastisitas Beton ( $E_c$ ),
  - )Flexural Strength ( $S'c$ ).
6. Setelah mengetahui semua nilai parameter – parameter perencanaan diatas, selanjutnya dapat memperkirakan tebal perkerasan melalui rumus (check Equation).
7. Apabila sesuai maka tebal tersebut dapat digunakan sebagai tebal perkerasan beton yang direncanakan.

### **3.5 Perencanaan Drainase**

Perencanaan drainase jalan menggunakan metode dari “*Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan*” T-03-3424-1994. Data yang diperlukan adalah data curah hujan.

### **3.6 Gambar Rencana**

Gambar rencana adalah gambar yang diperoleh dari hasil perhitungan perkerasan jalan dan perhitungan perencanaan drainase. Gambar yang dibuat meliputi :

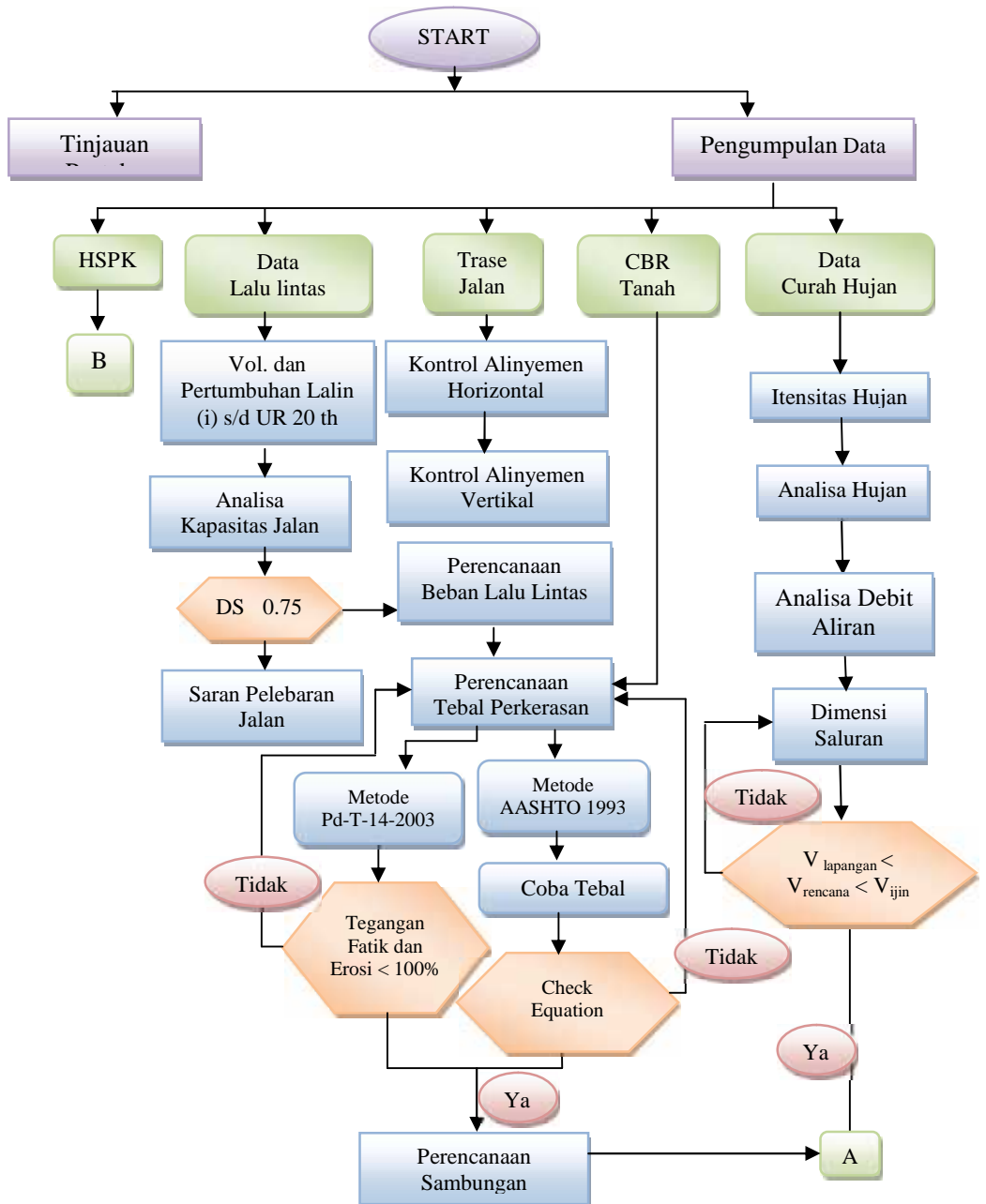
- a. Gambar perencanaan tebal perkerasan jalan ( Detail Potongan Melintang)
- b. Gambar detail Penulangan
- c. Gambar perencanaan drainase.

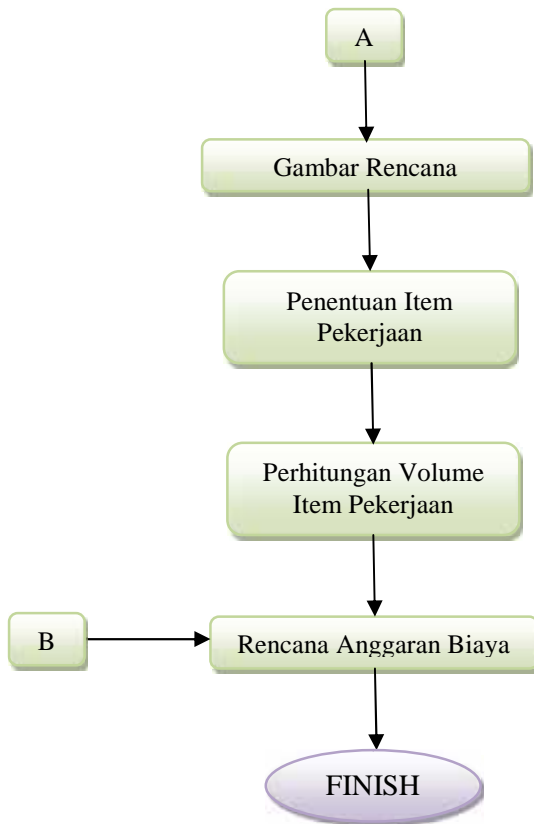
### **3.7 Perhitungan Rencana Anggaran Biaya**

Pada tahap ini berupa perhitungan biaya total yang diperlukan untuk melaksanakan pekerjaan jalan pada sta yang telah direncanakan.

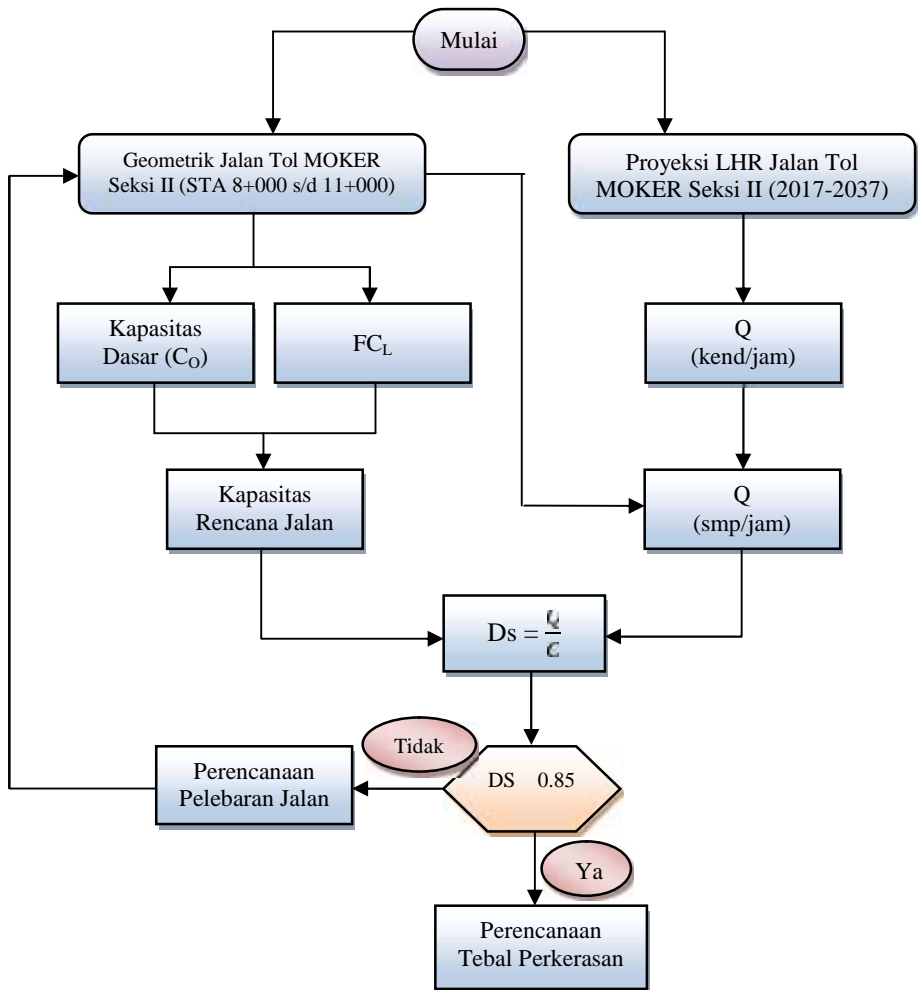
### **3.8 Kesimpulan**

Pada bagian kesimpulan berisi tentang hasil dari perhitungan perencanaan jalan , perencanaan saluran drainase serta anggaran biaya yang dibutuhkan selama pelaksanaan proyek.

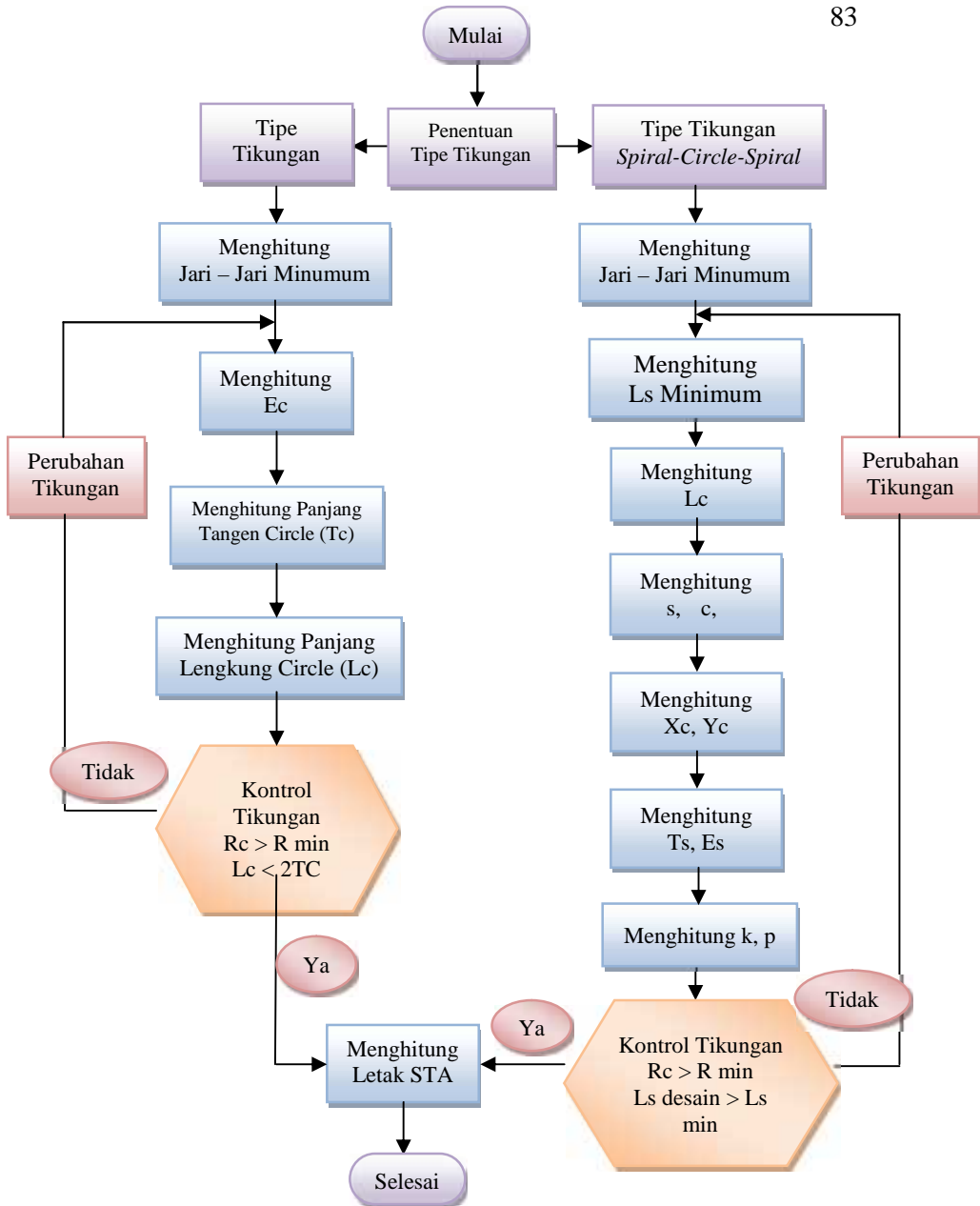




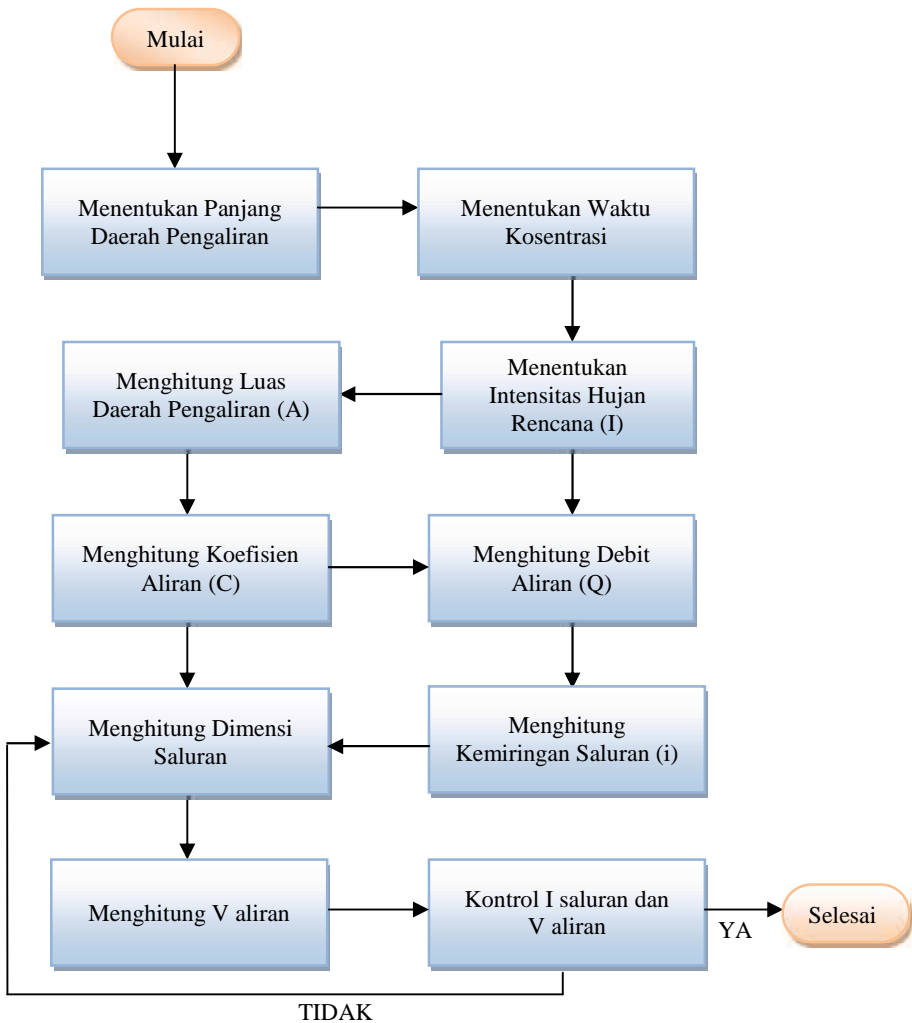
Gambar 3. 1. Diagram Alir Perencanaan Tugas Akhir



Gambar 3. 2. Diagram Alir Analisa Kapasitas Jalan

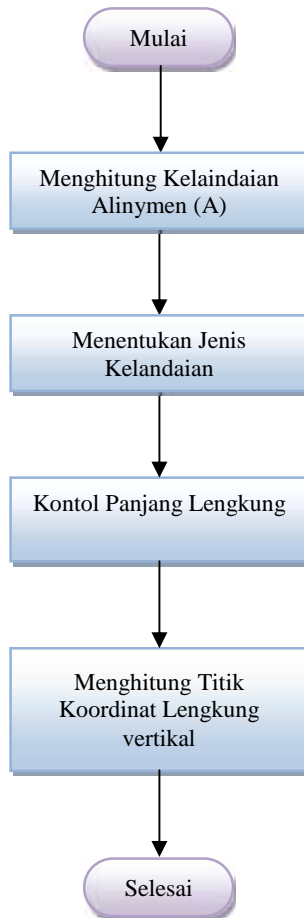


Gambar 3. 3. Diagram Alir Kontrol Alinyemen Horizontal

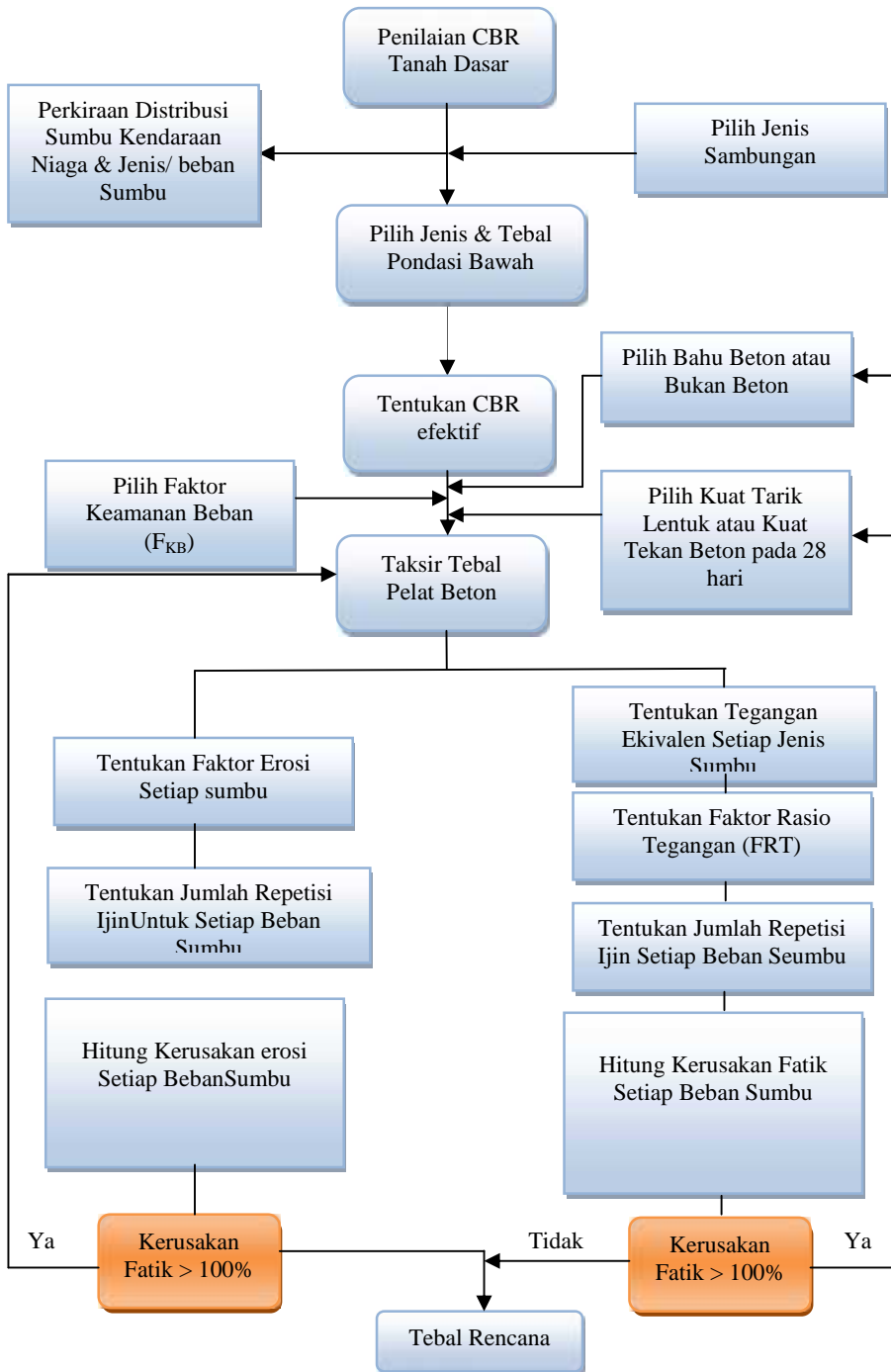


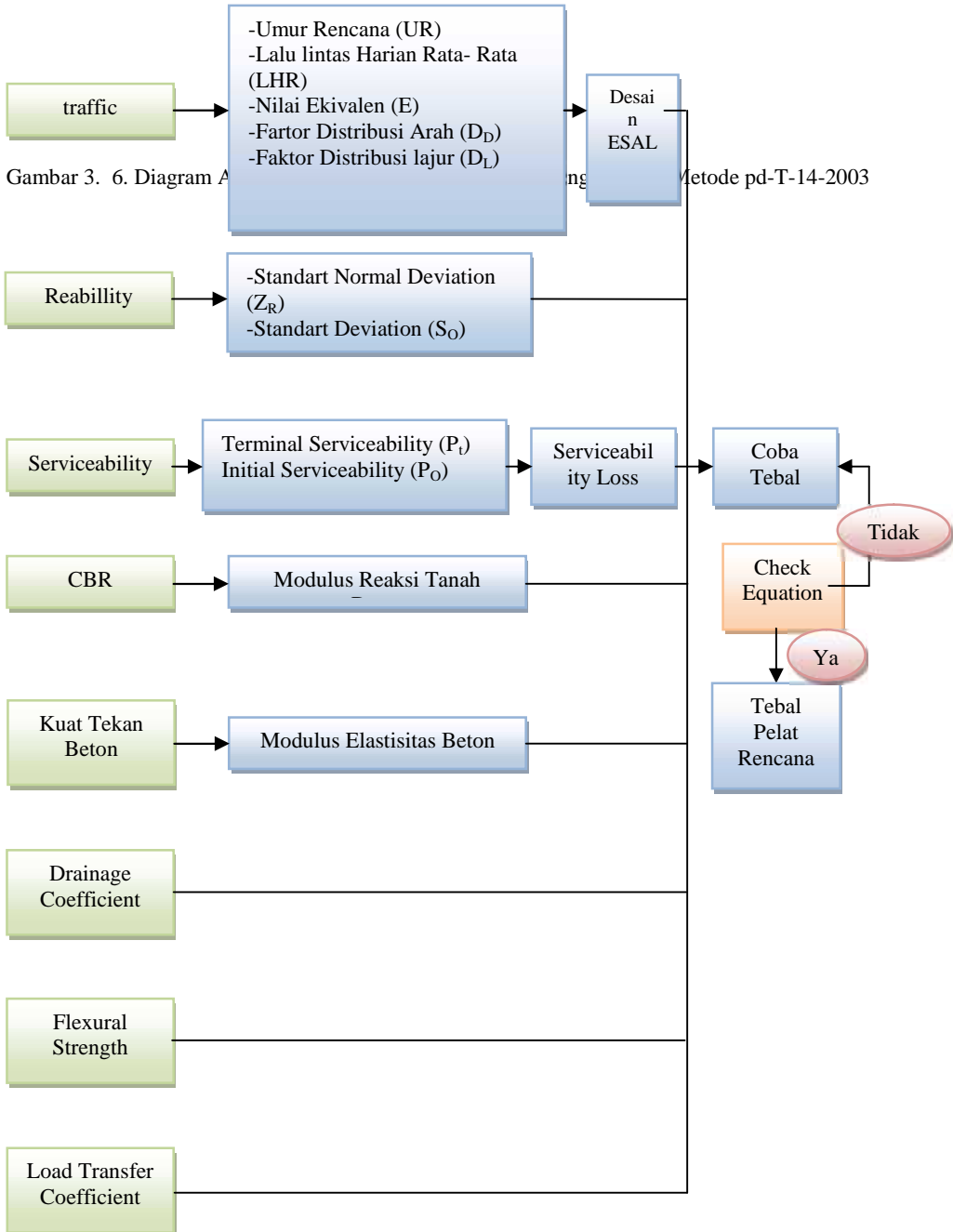
Gambar 3. 4. Diagram Alir Perencanaan Saluran Tepi





Gambar 3. 5. Diagram Alir Kontrol Alinyemen Vertikal





Gambar 3. 7. Diagram Alir Perencanaan Tebal Perkerasan  
Menggunakan ASSHTO 1993

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*

## **BAB IV ANALISA DATA**

### **4.1 Umum**

Perencanaan Jalan Tol Mojokerto – Kertosono Seksi II pada STA 8+000 s/d STA 11+000 ini merupakan bagian dari program Trans Jawa yang menghubungkan kota Mojokerto dan Kertosono sepanjang 40,5 km. Konstruksi dalam perencanaan ini menggunakan perkerasa kaku (Rigid Pavement). Dalam perencanaan jalan ini terdapat data – data yang dibutuhkan yaitu sebagai berikut :

- ) Trase Jalan
- ) Data Long Section dan Cross Section
- ) Data Lalu Lintas
- ) Data Curah Hujan
- ) Data CBR Tanah
- ) HSPK

### **4.2 Pengumpulan Datan**

#### **4.2.1 Peta Lokasi Proyek**

Jalan Tol Mojokerto – Kertosono ini termasuk dalam klasifikasi jalan bebas hambatan. Yang dimaksud dalam jalan bebas hambatan adalah jalan umum untuk lalu-lintas menerus dengan pengendalian jalan masuk secara penuh dan tanpa adanya persimpangan sebidang serta dilengkapi dengan pagar ruang milik jalan. Lokasi proyek pada perencanaan jalan tol ini berada di Desa Pesantren kec. Tembelang Kab. Jombang s/d desa Pagerluyung Kec. Gedeg kab. Mojokerto (section II).

#### **4.2.2 Pengumpulan data CBR Tanah**

Parameter paling utama digunakan untuk menyatakan daya dukung tanah dasar pada perkerasan kaku adalah modulus reaksi tanah dasar ( $k$ ). modulus reaksi tanah dasar ditetapkan di lapangan dengan pangujian sondir, boring,

DPT dan CBR. Nilai CBR di laboratorium hanya sebagai standar untuk kelayakan CBR di lapangan.

Pada perencanaan ulang Jalan Tol Mojokerto-Kertosono dari STA 8+000 – 11+000 ini didapatkan data CBR tanah dalam tabel 4.1 Dibawah ini :

Tabel 4. 1. Data Tes CBR tanah

No	CBR	Jumlah Yang Sama/ Lebih Besar	Presentase Yang Sama dan Yang lebih Besar (%)	
1	45.06	26	$26/26 \times 100$	100
2	45.06	25	$25/26 \times 100$	96
3	46.56	24	$24/26 \times 100$	92
4	46.56	23	$23/26 \times 100$	88
5	48.06	22	$22/26 \times 100$	85
6	48.06	21	$21/26 \times 100$	81
7	48.06	20	$20/26 \times 100$	77
8	48.06	19	$19/26 \times 100$	73
9	49.57	18	$18/26 \times 100$	69
10	49.57	17	$17/26 \times 100$	65
11	51.07	16	$16/26 \times 100$	62
12	51.07	15	$15/26 \times 100$	58
13	51.07	14	$14/26 \times 100$	54
14	52.57	13	$13/26 \times 100$	50
15	52.57	12	$12/26 \times 100$	46
16	52.57	11	$11/26 \times 100$	42
17	54.07	10	$10/26 \times 100$	38
18	54.07	9	$9/26 \times 100$	35
19	55.57	8	$8/26 \times 100$	31
20	55.57	7	$7/26 \times 100$	27

No	CBR	Jumlah Yang Sama/ Lebih Besar	Presentase Yang Sama dan Yang lebih Besar (%)	
21	55.57	6	$6/26 \times 100$	23
22	57.08	5	$5/26 \times 100$	19
23	58.58	4	$4/26 \times 100$	15
24	58.58	3	$3/26 \times 100$	12
25	60.08	2	$2/26 \times 100$	8
26	60.08	1	$1/26 \times 100$	4

Sumber : Laporan Hasil Tes CBR tanah Dasar  
Tol Mojokerto – Kertosono

Setelah di dapat prosentase (%) yang sama/ lebih besar dari CBR rata-rata di lapangan, maka dapat ditentukan nilai CBR untuk perencanaan ulang Jalan Tol Mojokerto-Kertosono pada STA 8+000 – STA 11+000.

#### 4.2.3 Pengumpulan data LHR

Data lalu lintas harian rata-rata (LHR) digunakan untuk perencanaan struktur konstruksi perkerasan jalan dan analisa kapasitas jalan dengan memperkerikan tingkat kenaikan intensitas lalu lintas harian rata – rata per tahun sampai dengan umur rencana.

Data lalu lintas diperoleh dari laporan analisa lalu – lintas Jalan Tol Mojokerto – Kertosono tahun 2009. Data LHR Tol Mojokerto – Kertosono Seksi II tercantum pada tabel 4.2

Tabel 4. 2. Data Lalu- lintas Tahun 2009

No	Tipe Kendaraan		Gol.	LHR	
1	Sedan; jeep; st. wagon	1.1	2	5998	kend/hari
2	Bus Kecil	1.2	5a	1552	kend/hari
3	Bus Besar	1.2	5b	1464	kend/hari
4	Truck 2 as	1.2H	6	2246	kend/hari

No	Tipe Kendaraan		Gol.	LHR	
5	Truck 3 as	1.2.2	7a	931	kend/hari
6	Truck gandengan	1.2+2.2	7b	403	kend/hari
7	Truk semi Triller	1.2.2+2.2	7c	191	kend/hari
<b>Total LHR (Awal,UR)</b>				12785	kend/hari

Sumber : Laporan Analisa Lalu-lintas Jalan Tol Mojokerto-Kertosono 2009

#### 4.2.4 Data Perekonomian

Sejumlah studi telah menunjukkan hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan lalu – lintas. Secara khusus lalu–lintas pada ruas – ruas jalan arteri utama baik jalan tol maupun non tol akan dipengaruhi beberapa faktor salah satunya adalah Parameter sosio-ekonomi seperti PDRB, dan PDRB/kapita diasumsikan mempunyai korelasi yang kuat terhadap kepemilikan kendaraan dan pertumbuhan lalu – lintas.

Data pertumbuhan Produk Domestik regional Bruto (PDRB) digunakan untuk meramalkan pertumbuhan kendaraan berat seperti truk dan angkutan barang. Dan PDRB/kapasitas digunakan untuk meramalkan pertumbuhan kendaraan pribadi. Data diperoleh dari Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur. Yang dapat dilihat pada tabel 4.3 dan tabel 4.4

Tabel 4. 3. Laju Pertumbuhan PDRB Kab.Mojokerto Atas Dasar Harga Konstan (ADHK)

Tahun	Laju Pertumbuhan PDRB
2011	6,61%
2012	7.26%
2013	6.56%
2014	6.45%



2015	5.65%
------	-------

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur

Tabel 4. 4. PDRB/kapita Kabupaten Mojokerto Atas dasar harga Konstan (ADHK)

Tahun	PDRB Per-Kapita (Rupiah)	I	i(%)
2011	35029.2		
2012	37192	0.0617	6.17
2013	39334.6	0.0576	5.76
2014	41375.7	0.0519	5.19
2015	43310.6	0.0468	4.68

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur

#### 4.2.5 Data Curah Hujan

Data Curah hujan adalah tinggi hujan dalam satu tahun waktu. Data curah hujan ini digunakan untuk merencanakan drainase jalan baik saluran tepi maupun saluran tengah. Pembuatan saluran tepi dan saluran tengah ini sangat diperlukan karena perkerasan kaku rawan adanya rembesan air yang masuk pada lapisan beton tersebut. Sehingga perlu adanya perencanaan saluran tepi dan tengah untuk mengalirkan air yang menggenang pada badan jalan.

Data curah hujan didapat dari Dinas Pekerjaan Umum kota Mojokerto. Data curah hujan yang digunakan adalah curah hujan rata-rata terbesar per tahun selama 10 tahun dari tahun 2003 hingga tahun 2012 dengan mengambil data dari stasiun Gedeng, Mojokerto.

Tabel 4. 5. Data Curah Hujan

No	Tahun	Xi (mm/jam)
1	2003	76
2	2004	119

No	Tahun	Xi (mm/jam)
3	2005	81
4	2006	94
5	2007	92
6	2008	91
7	2009	74
8	2010	102
9	2011	75
10	2012	81

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Kota Mojokerto  
(Stasiun Gedeg)

## 4.3 Pengolahan Data

### 4.3.1 Data Curah Hujan

Berdasarkan data PDRB dan PDRB per kapita kabupaten Mojokerto pada tahun 2011 -2016 dapat dihitung prosentase pertumbuhan PDRB dan PDRB per kapita tiap tahunnya untuk mendapatkan prosentase rata-rata pertumbuhan PDRB dan PDRB per kapita. Prosentase rata-rata pertumbuhan digunakan sebagai angka pertumbuhan (i) kendaraan berat (truk dan angkutan barang) dapat dilihat pada tabel 4.6

Tabel 4. 6. Prosentase Pertumbuhan PDRB Kab. Mojokerto atas Dasar Harga Konstan 2011-2015

Tahun	Laju Pertumbuhan PDRB
2011	6,61%
2012	7.26%
2013	6.56%
2014	6.45%
2015	5.65%
Rata-rata	6.48%

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur

Sedangkan prosentase rata-rata pertumbuhan PDRB per kapita digunakan sebagai angka pertumbuhan kendaraan pribadi dapat dilihat pada tabel 4.7

Tabel 4. 7. Prosentase Pertumbuhan PDRB per kapita Kab.Mojokerto  
Atas Dasar Harga Konstan 2011-2015

Tahun	PDRB Per-Kapita (Rupiah)	I	i(%)
2011	35029.2		
2012	37192	0.0617	6.17
2013	39334.6	0.0576	5.76
2014	41375.7	0.0519	5.19
2015	43310.6	0.0468	4.68
	Rata-Rata	0.0545	5.45

Sumber : Badan Pusat Statistik (BPS) Jawa Timur  
Rekapitulasi hasil perhitungan angka pertumbuhan kendaraan dapat dilihat pada tabel 4.8

Tabel 4. 8. Angka Pertumbuhan Kendaraan

No	Tipe Kendaraan		Gol.	Angka Pertumbuhan
1	Sedan; jeep; st. wagon	1.1	2	5.45 %
2	Bus Kecil	1.2	5a	6.48%
3	Bus Besar	1.2	5b	6.48%
4	Truck 2 as	1.2H	6	6.48%
5	Truck 3 as	1.2.2	7a	6.48%
6	Truck gandengan	1.2+2.2	7b	6.48%
7	Truk semi Triller	1.2.2+2.2	7c	6.48%

Sumber : Hasil Perhitungan

Berdasarkan hasil studi dan pertimbangan dari konsultan perencana PT. Cipta Starada angka pertumbuhan lalu-lintas 6% tidak berbeda jauh dari hasil perhitungan rata-rata PDRB dan PDRB per kapita 6.48%

dan 5.45 % maka digunakan hasil dari konsultan yaitu 6%.

#### 4.3.2 Pengolahan Data Lalin

Jalan tol direncanakan dibuka pada tahun 2018 dengan umur rencana 30 tahun, sehingga akhir umur rencana adalah pada tahun 2048. Dari data LHR pada tahun 2009 dihitung perkiraan kenaikan intensitas lalu-lintas sampai dengan awal umur rencana dengan angka pertumbuhan 6%.

Rekapitulasi hasil perhitungan LHR hingga awal umur rencana dapat dilihat pada tabel 4.9

Berikut ini adalah contoh perhitungan volume mobil penumpang (Gol. 2) pada tahun 2010 ;

$$\begin{aligned} \text{LHR} &= \text{Volume kendaraan} \times (1+i)^{n-1} \\ &= 5998 \times (1+6\%)^{2-1} \\ &= 6358 \end{aligned}$$

Tabel 4. 9. LHR Jalan Hingga Awal Umur Rencana

No	Tahun	n	Gol 2	Gol 5a	Gol 5b	Gol 6	Gol 7a	Gol 7b	Gol 7c	(i)
1	2009	1	5998	1552	1464	2246	931	403	191	6%
2	2010	2	6358	1645	1552	2381	987	427	202	6%
3	2011	3	6739	1744	1645	2524	1046	453	215	6%
4	2012	4	7144	1848	1744	2675	1109	480	227	6%
5	2013	5	7572	1959	1848	2836	1175	509	241	6%
6	2014	6	8027	2077	1959	3006	1246	539	256	6%
7	2015	7	8508	2202	2077	3186	1321	572	271	6%
8	2016	8	9019	2334	2201	3377	1400	606	287	6%
9	2017	9	9560	2474	2333	3580	1484	642	304	6%
10	2018	10	10133	2622	2473	3795	1573	681	323	6%

Sumber : Hasil Perhitungan

Setelah menghitung perkiraan kenaikan intensitas lalu-lintas sampai dengan awal umur rencana. Maka selanjutnya adalah menghitung volume lalu-lintas kendaraan yang

melalui jalan tol pada tahun 2018-2048. Data LHR terlebih dahulu dikalikan dengan prosentase pengalihan perjalanan (diversion rate). Metode yang digunakan adalah metode JICA. Model ini dikalibrasi dengan menggunakan variabel selisih waktu tempuh jika menggunakan jalan tol dan jalan arteri.

$$P = a T^b$$

$$T = A - (T + \frac{T}{T})$$

Dimana :

P = Persentase pengalihan perjalanan

A= waktu tempuh jalan arteri (100 menit)

Berdasarkan hasil survei lapangan saat jam sibuk

T = waktu tempuh jalan tol (30 menit)

Berdasarkan asumsi kecepatan 80 km/jam

TR= tarif tol = Rp 525 x 40 km = Rp 21.000

TV= Nilai waktu tempuh = Rp 12.287

Maka :

$$T = A - (T + \frac{T}{T})$$

$$T = 100 - (30 + \frac{2}{1})$$

$$T = 68\% \text{ (Beralih ke jalan tol)}$$

Nilai diversion rate (P) ini hanya digunakan untuk tahun awal pengoperasian saja, sedangkan untuk tahun berikutnya menggunakan growth factor (i)

Hasil perhitungan volume kendaraan pada awal pengoreasian jalan tol 2018 hingga akhir umur rencana 2048 dapat dilihat pada tabel 4.10

Tabel 4. 10. Volume Kendaraan Jalan Tol Mojokerto - Kertosono

No	Tahun	n	Gol. 2	Gol. 5a	Gol. 5b	Gol. 6	Gol. 7a	Gol. 7b	Gol. 7c	(i)
10	2018	10	6891	1783	1682	2580	1070	463	219	6%
11	2019	2	7304	1890	1783	2735	1134	491	233	6%
12	2020	3	7742	2003	1890	2899	1202	520	247	6%
13	2021	4	8207	2124	2003	3073	1274	551	261	6%

No	Tahun	n	Gol. 2	Gol. 5a	Gol. 5b	Gol. 6	Gol. 7a	Gol. 7b	Gol. 7c	(i)
14	2022	5	8699	2251	2123	3258	1350	585	277	6%
15	2023	6	9221	2386	2251	3453	1431	620	294	6%
16	2024	7	9775	2529	2386	3660	1517	657	311	6%
17	2025	8	10361	2681	2529	3880	1608	696	330	6%
18	2026	9	10983	2842	2681	4113	1705	738	350	6%
19	2027	10	11642	3012	2842	4359	1807	782	371	6%
20	2028	11	12340	3193	3012	4621	1915	829	393	6%
21	2029	12	13081	3385	3193	4898	2030	879	417	6%
22	2030	13	13866	3588	3384	5192	2152	932	442	6%
23	2031	14	14698	3803	3587	5504	2281	988	468	6%
24	2032	15	15579	4031	3803	5834	2418	1047	496	6%
25	2033	16	16514	4273	4031	6184	2563	1110	526	6%
26	2034	17	17505	4529	4273	6555	2717	1176	557	6%
27	2035	18	18555	4801	4529	6948	2880	1247	591	6%
28	2036	19	19669	5089	4801	7365	3053	1322	626	6%
29	2037	20	20849	5395	5089	7807	3236	1401	664	6%
30	2038	21	22100	5718	5394	8275	3430	1485	704	6%
31	2039	22	23426	6061	5718	8772	3636	1574	746	6%
32	2040	23	24831	6425	6061	9298	3854	1668	791	6%
33	2041	24	26321	6811	6424	9856	4086	1768	838	6%
34	2042	25	27900	7219	6810	10447	4331	1875	888	6%
35	2043	26	29574	7652	7219	11074	4590	1987	942	6%
36	2044	27	31349	8112	7652	11739	4866	2106	998	6%
37	2045	28	33230	8598	8111	12443	5158	2233	1058	6%
38	2046	29	35223	9114	8597	13190	5467	2367	1122	6%
39	2047	30	37337	9661	9113	13981	5795	2509	1189	6%
40	2048	31	39577	10241	9660	14820	6143	2659	1260	6%

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4.3.3 Pengolahan Data Curah Hujan

Pengolahan data curah hujan ini membahas tentang pengolahan data curah hujan yang telah didapat, penentuan periode curah hujan maksimum pada wilayah tersebut dan penentuan periode curah hujan yang nantinya akan berfungsi untuk merencanakan drainase baik saluran tepi maupun saluran tengah.

Data curah hujan ini diperoleh dari stasiun Gedeg, Mojokerto diambil data 10 tahun, mulai dari 2003 s/d 2012 seperti pada tabel 4.5. selanjutnya dilakukan perhitungan data curah hujan SNI Perencanaan drainase permukaan jalan sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n}$$

Dimana :

R = Rata – rata data curah hujan harian maks

Xi = Curah hujan haraian makasimum per tahun

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum (X - \bar{X})^2}{n}}$$

Dimana :

S<sub>x</sub> = standart Deviasi

n = Jumlah tahun

Tabel 4. 11. Perhitungan Curah Hujan Per Tahun

No	Tahun	Xi (mm/jam)	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>
1	2003	76	-12.5	156.25
2	2004	119	30.5	930.25
3	2005	81	-7.5	56.25
4	2006	94	5.5	30.25
5	2007	92	3.5	12.25
6	2008	91	2.5	6.25
7	2009	74	-14.5	210.25

No	Tahun	Xi (mm/jam)	Xi-X	(Xi-X) <sup>2</sup>
8	2010	102	13.5	182.25
9	2011	75	-13.5	182.25
10	2012	81	-7.5	56.25
$\bar{X}$		88.5	mm/tahun	

Sumber : Hasil Perhitungan

Dilihat dari tabel 4.11 diatas diketahui total curah hujan maksimum 10 tahun (2003-2012) adalah 885 mm/tahun.

Maka :

$$\begin{aligned}
 \bar{X} &= \frac{\sum X}{n} \\
 \bar{X} &= \frac{885}{10} \\
 &= 88,5 \text{ mm/tahun}
 \end{aligned}$$



## BAB V

### PERENCANAAN STRUKTUR JALAN

#### 5.1 Analisa Kapasitas Rencana Jalan

##### 5.1.1 Menentukan Kapasitas Dasar ( $C_0$ )

Kapasitas dasar adalah kapasitas suatu segmen jalan untuk suatu set koordinasi yang ditentukan berdasarkan kondisi geometrik jalan dan tipe jalan yang direncanakan.

Penentuan medan pada jalan tol Mojokerto-Kertosono STA 8+000 – 11+000 adalah sebagai berikut :

Dari gambar long section didapatkan elevasi potongan memanjang jalan, Rekapitulasi elevasi potongan memanjang dapat dilihat pada tabel 5.1 dari hasil rekapitulasi dapat ditentukan medan pada jalan tol Mojokerto-Kertosono tersebut.

Tabel 5. 1. Rekapitulasi Elevasi Potongan Memanjang

NO	STA	Elevasi	Beda Tinggi
1	STA 8 + 0	19.640	
2	STA 8 + 50	19.890	0.250
3	STA 8 + 100	19.775	-0.115
4	STA 8 + 150	19.740	-0.035
5	STA 8 + 200	19.668	-0.072
6	STA 8 + 250	19.478	-0.190
7	STA 8 + 300	19.721	0.243
8	STA 8 + 350	20.061	0.340
9	STA 8 + 400	20.261	0.200
10	STA 8 + 450	20.088	-0.173
11	STA 8 + 500	19.997	-0.091
12	STA 8 + 550	19.961	-0.036
13	STA 8 + 600	20.136	0.175
14	STA 8 + 650	20.109	-0.027
15	STA 8 + 700	20.925	0.816

NO	STA	Elevasi	Beda Tinggi
16	STA 8 + 750	20.365	-0.560
17	STA 8 + 800	14.800	-5.565
18	STA 8 + 850	19.680	4.880
19	STA 8 + 900	19.604	-0.076
20	STA 8 + 950	19.518	-0.086
21	STA 9 + 0	19.856	0.338
22	STA 9 + 50	19.716	-0.140
23	STA 9 + 100	19.776	0.060
24	STA 9 + 150	19.890	0.114
25	STA 9 + 200	19.938	0.048
26	STA 9 + 250	19.898	-0.040
27	STA 9 + 300	19.958	0.060
28	STA 9 + 350	19.888	-0.070
29	STA 9 + 400	19.938	0.050
30	STA 9 + 450	20.048	0.110
31	STA 9 + 500	20.026	-0.022
32	STA 9 + 550	20.177	0.151
33	STA 9 + 600	20.052	-0.125
34	STA 9 + 650	20.095	0.043
35	STA 9 + 700	20.129	0.034
36	STA 9 + 750	20.189	0.060
37	STA 9 + 800	20.367	0.178
38	STA 9 + 850	20.449	0.082
39	STA 9 + 900	20.351	-0.098
40	STA 9 + 950	20.586	0.235
41	STA 10 + 0	20.581	-0.005
42	STA 10 + 50	20.776	0.195

NO	STA	Elevasi	Beda Tinggi
43	STA 10 + 100	20.616	-0.160
44	STA 10 + 150	20.686	0.070
45	STA 10 + 200	20.770	0.084
46	STA 10 + 250	20.903	0.133
47	STA 10 + 300	20.877	-0.026
48	STA 10 + 350	20.042	-0.835
49	STA 10 + 400	20.958	0.916
50	STA 10 + 450	21.016	0.058
51	STA 10 + 500	20.980	-0.036
52	STA 10 + 550	21.014	0.034
53	STA 10 + 600	21.142	0.128
54	STA 10 + 650	21.234	0.092
55	STA 10 + 700	21.332	0.098
56	STA 10 + 750	21.817	0.485
57	STA 10 + 800	23.412	1.595
58	STA 10 + 850	21.178	-2.234
59	STA 10 + 900	21.377	0.199
60	STA 10 + 950	21.355	-0.022
61	STA 11+ 0	20.967	-0.388
<b>Jumlah</b>			1.327

$$\begin{aligned}
 \text{Naik + Turun} &= \frac{H}{P} \quad (k) \\
 &= \frac{1.3}{3} \\
 &= 0,442 \text{ m/km}
 \end{aligned}$$

Berdasarkan table 5.1 maka dapat disimpulkan hasil perhitungan diatas menunjukkan tipe medannya adalah **datar**. Berdasarkan tabel 2.3 pada jalan bebas hambatan 6 lajur 2 arah terbagi (6/2 D) untuk tipe alinyemen datar maka didapat nilai  **$C_0$  adalah 2300 spm/jam/jalur**.

### 5.1.2 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Lebar Lalu Lintas ( $FC_L$ )

Untuk tipe jalan 6/2 D dengan lebar lajur 3,6 m, berdasarkan tabel 2.5 didapatkan nilai  **$FC_L = 1,018$**  melalui interpolasi.

### 5.1.3 Menentukan Faktor Penyesuaian Kapasitas Akibat Pemisah Arah ( $FC_{PA}$ )

Diketahui pemisah arah sebesar 50% - 50% karena pada jalan tol Mojokerto – Kertosono mempunyai disini median sebagai pemisah arah pada dua arah tersebut, maka berdasarkan tabel 2.6 didapatkan nilai  **$FC_{PA} = 1,0$** .

### 5.1.4 Menghitung Nilai Kapasitas (C)

Dengan menggunakan persamaan 2.2 dapat dihitung nilai C sebagai berikut :

$$\begin{aligned} C &= C_0 \times FC_L \times FC_{SP} \times \text{Jumlah Lajur} \\ &= 2300 \times 1,018 \times 1 \times 6 \\ &= \mathbf{14048,4 \text{ smp/jam}} \end{aligned}$$

### 5.1.5 Menghitung Nilai Arus Total Lalu Lintas (Q)

Menentukan nilai Q dapat diketahui melalui persamaan 2.1 contoh perhitungan Q awal umur rencana :

Gol 2 ( Mobil Penumpang)

$$\begin{aligned} Q &= LHRT \times k \times emp \\ &= 6891 \times 0,11 \times 1 \\ &= \mathbf{758 \text{ smp/jam}} \end{aligned}$$

### 5.1.6 Menghitung Derajat Kejenuhan (DS)

Besarnya Ds dapat dihitung menggunakan persmaan 2.3. contoh perhitungan DS awal umur dan akhir umur rencana dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 5. 2. Perhitungan DS Tahun 2018

Tahun	Gol. Kend	LHR	k	Q	emp	Q	C	DS
				(kend/jam)		(smp/jam)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2018	2	6891	0.11	758	1.00	758	14048	0.15
	5a	1783	0.11	196	1.30	255		
	5b	1682	0.11	185	1.50	278		
	6	2580	0.11	284	1.30	369		
	7a	1070	0.11	118	2.00	235		
	7b	463	0.11	51	2.00	102		
	7c	219	0.11	24	2.00	48		
Total		14688		1616		2044		

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 3. Rekapitulasi DS

Tahun	DS
2018	0.15
2019	0.15
2020	0.16
2021	0.17
2022	0.18
2023	0.17
2024	0.21
2025	0.22
2026	0.23
2027	0.25

Tahun	DS
2028	0.26
2029	0.28
2030	0.29
2031	0.31
2032	0.33
2033	0.35
2034	0.37
2035	0.39
2036	0.42
2037	0.44
2038	0.47
2039	0.49
2040	0.52
2041	0.56
2042	0.59
2043	0.62
2044	0.66
2045	0.70
2046	0.74
2047	0.79
<b>2048</b>	<b>0.84</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada tabel 5.3 . mulai dari awal tahun rencana 2018 sampai dengan akhir umur rencana 2048 jalan tol Mojokerto-Kertosono memiliki nilai **DS 8.5**, sehingga dengan 6/2 D dengan lebar lajur 3,6 m jalan tidak membutuhkan pelebaran.

### 5.1.7 Menghitung Kapasitas Rencana dengan 4 Lajur 2 Arah

Tabel 5. 4. Perhitungan DS Tahun 2018 (4/2D)

Tahun	Gol. Kend	LHR	k	Q	emp	Q	C	DS
				(kend/jam)		(smp/jam)		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
2018	2	6891	0.11	758	1.00	758	9366	0.22
	5a	1783	0.11	196	1.30	255		
	5b	1682	0.11	185	1.50	278		
	6	2580	0.11	284	1.30	369		
	7a	1070	0.11	118	2.00	235		
	7b	463	0.11	51	2.00	102		
	7c	219	0.11	24	2.00	48		
Total		14688		1616		2044		

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 5. Rekapitulasi DS (4D/2)

Tahun	DS
2018	0.21
2019	0.23
2020	0.25
2021	0.26
2022	0.28
2023	0.29
2024	0.31
2025	0.33
2026	0.35
2027	0.37
2028	0.39
2029	0.42
2030	0.44

Tahun	DS
2031	0.47
2032	0.49
2033	0.52
2034	0.55
2035	0.59
2036	0.62
2037	0.66
2038	0.70
2039	0.74
2040	0.79
2041	0,83
<b>2042</b>	<b>0,88</b>
2043	0,94
2044	99
2045	1,05
2046	1,116
2047	1,18
<b>2048</b>	<b>1,25</b>

Sumber : Hasil Perhitungan

Dari hasil perhitungan pada tabel 5.5 untuk 4 lajur dan 2 arah pada tahun 2042 nilai **DS 0,88** > **DS ijin 0,85**. Maka untuk tahun 2042-2048 membutuhkan pelebaran jalan.

## 5.2 Kontrol Geometrik Jalan

### 5.2.1 Penentuan Karakteristik Perencanaan Jalan

- Klasifikasi jalan pada jalan Tol Mojokerto – Kertosono bertipe enam-jalur, dua-arah terbagi (6/2D) serta memiliki kriteria perencanaan sebagai berikut :
  - Kecepatan rencana 120 km/jam



- Lebar jalur rencana 3,6 m
  - Lebar jalur lalu lintas 3 x 3,6 m
  - Lebar bahu jalan efektif 4,5 m (lebar bahu 1,5 m, lebar bahu dalam 4,5 m)
- b. Penentuan kemiringan normal, maksimum dan bahu jalan bagian dalam jalan Tol Mojokerto – Kertosono ditetapkan sebesar 2% dan kemiringan melintang maksimum ditetapkan sebesar 10%. Untuk bahu jalan bagian luar, kemiringan melintangnya direncanakan 4% karena terdapat perkerasan pada bahu jalan tersebut.

### 5.2.2 Alinyemen Horizontal

Alinyemen horizontal terdiri dari bagian lurus dan bagian lenkungan (tikungan) yang berfungsi untuk mengimbangi gaya sentrifugal yang diterima kendaraan saat melajut

#### a. Perhitungan Jari-Jari Minimum

Dari persamaan 2.27 dapat diketahui  $R_{\min}$  sebagai berikut :

$$R_{\min} = \frac{V^2}{1(e_m + f_m)}$$

$$R_{\min} = \frac{(1 \frac{K}{f_c})^2}{1(1\% + 0,1)}$$

$$R_{\min} = 365 \text{ m (Diperoleh dari tabel 2.16)}$$

Dengan :

$$e_{\max} = 10\% \text{ (Diperoleh dari tabel 2.14)}$$

$$f_{\max} = 0,116 \text{ (Diperoleh dari tabel 2.15)}$$

#### b. Kontrol Alinyemen Horizontal pada Tikungan PI

Diketahui :

$$\begin{aligned} & \text{) STA PI I terletak STA } 9+340 \\ & \text{) } R_c = 365 \text{ m (Diambil } R_{\min}) \\ & \text{) } = 30^\circ \\ & \text{) } T_c = R_c \times T_g^{1/2} \\ & \quad = 6000 \text{ m} \times T_g (1/2 \times 30^\circ) \\ & \quad = 1608 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 ) \quad E_c &= T_c \times T_g^{\frac{1}{4}} \\
 &= 1608 \text{ m} \times T_g^{\frac{1}{4} \times 30^\circ} \\
 &= 212 \text{ m} \\
 ) \quad L_c &= \frac{1}{360} \times 2 \times R_c \times \pi \\
 &= 30/360 \times 2 \times 6000 \times 3,14 \\
 &= 3170 \text{ m}
 \end{aligned}$$

**Syarat,**

$$L_c < 2 T_c$$

$$3170 \text{ m} < 3216 \text{ m} \text{ (OK)}$$

) Letak STA

$$SC = \text{STA } 8+061$$

) CS = STA 8+971

) Diagram Superelevasi

Berdasarkan Tata Perencanaan Geometrik Jalan antar kota (TPGJAK) 1997, bila jari-jari tikungan melebihi 2000m pada kecepatan rencana 100 km/jam maka tidak diperlukan superelevasi.

### 5.2.3 Alinyemen Vertikal

Alinyemen vertikal merupakan perpotongan pada bidang vertikal dengan bidang permukaan jalan melalui sumbu jalan alinyemen vertikal. Kelandaian diasumsikan bernilai positif (+) jika pendakian dan diasumsikan bernilai (-) jika penurunan yang ditinjau dari kiri. Jenis lengkungan pada jalan ini terdapat dua jenis yaitu :

- a. Lengkung Cembung
- b. Lengkung Cekung

Alinyemen vertikal atau biasa juga disebut penampang melintang jalan didefinisikan sebagai perpotongan antara potongan bidang vertikal dengan badan jalan arah memanjang. Karena jalan tol Kertosono yang direncanakan hanya memiliki kelandaian maksimal 3% (datar) maka untuk kelandaian <5% diasumsikan tidak terjadi lengkungan cembung maupun lengkungan cekung.

### 5.3 Perencanaan Tebal Perkerasaan Jalan

#### 5.3.1 Perhitungan Tebal Pondasi Bawah Minimum

Pondasi bawah yang digunakan pada proyek akhir ini adalah berupa pondasi bawah dengan stabilisasi campuran beton krus (CBK) dengan ketebalan 10 cm.

#### 5.3.2 Kekuatan Beton Semen

Kekuatan beton yang digunakan pada tugas akhir ini adalah  **$f_c' = 33,2 \text{ MPa}$** . Adapaun kuat tekan lenturnya sebagai berikut

$$\begin{aligned} \text{Kuat Tekan Bentur beton} \\ F_{cf} &= 0,75 \times (33,2 \text{ MPa})^{0,5} \\ &= 4,3 \text{ MPa} \end{aligned}$$

#### 5.3.3 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Beton Metode SNI Pd-T-14-2003

##### a. Perhitungan Maksimum Beban Kendaraan

Penentuan beban lalu-lintas rencana untuk perkerasan beton semen, dinyatakan dalam jumlah sumbu kendaraan niaga, sesuai dengan konfigurasi sumbu pada lajur rencana selama umur rencana. Jenis kendaraan yang diperhitungkan adalah jenis kendaran yang mempunyai berat minimal 5 ton. Pengelompokan kendaraan niaga untuk mengetahui berat dari masing-masing jenis kendaraan tercantum pada tabel berikut ini

Tabel 5. 6. Beban Maksimum Kendaraan

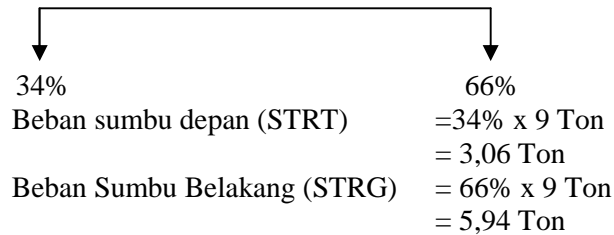
No.	Jenis Kendaraan	Pengelompokan dalam Perhitungan	Berat Max. (Kg)
1	Kendaraan Ringan	Mobil Penumpang	2000
2	Bus Besar	Bus	9000
3	Truk 2 As Kecil atau Bus Kecil	Truk 2 As Kecil	8300
4	Truk 2 As	Truk 2 As	18200



## c. Bus Besar

Muatan Maksimal = 9000 = 9 Ton

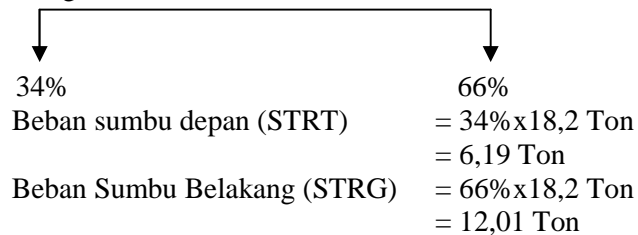
Total 9 Ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



## d. Truk 2 As

Muatan Maksimal = 18200 = 18,2 Ton

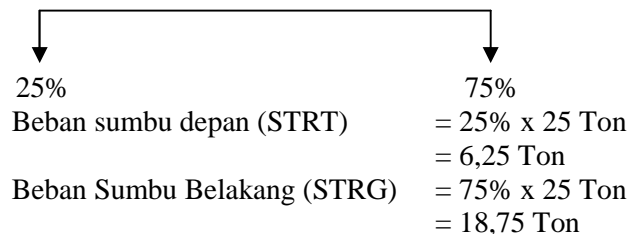
Total 18,2 Ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



## e. Truk 3 As

Muatan Maksimal = 25000 = 25 Ton

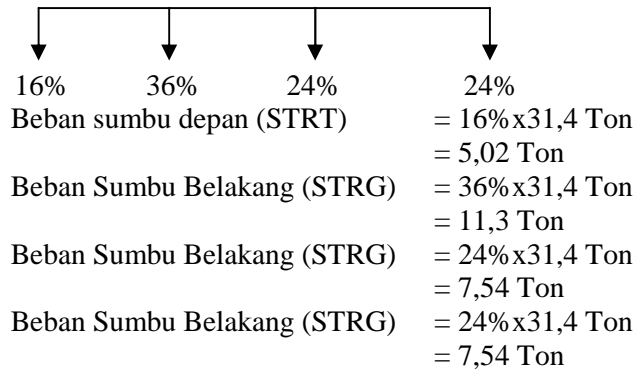
Total 25 Ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



## f. Truk Gandeng

Muatan Maksimal = 31400 = 31,4 Ton

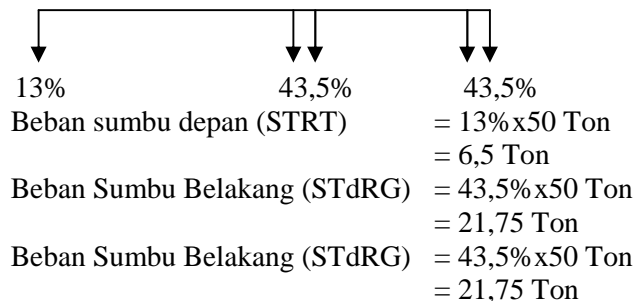
Total 31,4 Ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



g. Truk Semi Triller

Muatan Maksimal = 50000 = 50 Ton

Total 50 Ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



Data pembagian beban sumbu kendaraan maksimum dapat dilihat pada tabel dibawah ini

Tabel 5. 7. Pembagian Beban Sumbu / As

Jenis Kendaraan	Beban As (Ton)	Jenis As
Mobil Penumpang 2 Ton	1	STRT
	1	STRT
Truk 2 As $\frac{3}{4}$ 8,3 Ton	2,82	STRT
	5,48	STRG

Jenis Kendaraan	Beban As (Ton)	Jenis As
Bus 9 Ton	3,06	STRT
	5,94	STRG
Truk 2 As 18,2 Ton	6,19	STRT
	12,01	STRG
Truk 3 As 25 Ton	6,25	STRT
	18,75	STdRG
Truk 4 As 42 Ton	7,56	STRT
	11,76	STRG
	22,68	STRdRG
Truk Gandeng 31,4 Ton	5,02	STRT
	11,30	STdRG
	7,54	STRT
	7,54	STRG
Truk 5 As/ Lebih 50 Ton	6,5	STRT
	21,75	STdRG
	21,75	STdRG

Sumber : Dinas Pekerjaan Umum Bina Marga

**b. Penghitungan Lalu Lintas Rencana**

Lalu-lintas rencana adalah jumlah kumulatif sumbu kendaraan niaga pada lajur rencana selama umur rencana, meliputi proporsi sumbu serta distribusi beban pada setiap jenis kendaraan. Perhitungan jumlah sumbu kendaraan berdasarkan jenisnya dapat dilihat pada tabel 5.14. Selanjutnya dapat dihitung jumlah sumbu kendaraan niaga selama umur rencana dengan menggunakan persamaan 2.46 dengan terlebih dahulu menghitung nilai Faktor pertumbuhan lalu-lintas (R) menggunakan persamaan 2.45 dan nilai koefisien distribusi (C) menggunakan Tabel 2.30.

**) Penghitungan Nilai Faktor Pertumbuhan Lalu Lintas (R)**

$$R = \frac{(1 + 0,06)^3 - 1}{0,06}$$

$$R = 79,1 \%$$

) **Penghitungan Nilai Koefisien Distribusi (C)**  
 Jalan direncanakan 6 lajur 2 arah terbagi 6/2D  
 sehingga didapat nilai **C** adalah **0,4**

) **Penghitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH)**

Tabel 5. 8. Perhitungan Jumlah Sumbu Kendaraan Niaga Harian (JSKNH)

No	Golongan	Jumlah Kendaraan	Distribusi Beban As (ton)	JSKNH
1	Sedan; Jeep; st. Wagon	6891	1+1 (Tidak dihitung)	-
2	Bus Kecil	1783	2,82+5,48	3566
3	Bus Besar	1682	3,06+5,94	3364
4	Truck 2 As	2580	6,19+12,01	5161
5	Truck 3 As	1070	6,25 + 9,38 + 9,38	3209
6	Truck Gandengan	463	5,02 + 11,30+7,54 +7,54	1852
7	Truck Semi Triller	219	6,5 + (10.875+10.875) + (10.875+10.875)	658
<b>JUMLAH</b>		<b>17809,4</b>		<b>Buah</b>

$$JKSN = JSKNH \times 365 \times R$$

$$JKSN = 17809,4 \times 365 \times 79,1\%$$

$$= 513912455,3$$

$$JKSN \text{ Rencana} = JSKN \times C$$

$$= 513912455,3 \times 0,4$$

$$JKSN \text{ Rencana} = \mathbf{205564982,1}$$

) **Penghitungan Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya**



Tabel 5. 9. Perhitungan Sumbu Berdasarkan Jenis dan Bebannya

Jenis Kendaraan	Konfigurasi Beban Sumbu (ton)				Jml. Kend (bh)	Jml. Sumbu Per Kend (bh)	Jml. Sumbu (bh)	STRT		STRG		STdRG	
	RD	RB	RGD	RGB				BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)	BS (ton)	JS (bh)
(1).	(2).				(3).	(4).	(5).	(6).	(7).	(8).	(9).	(10).	(11).
Sedan; Jeep St. Wagon	1	1	-	-	6891	-	-	-					
Bus Kecil	3	5	-	-	1783	2	3566	3	1783	5	1783		
Bus Besar	3	6	-	-	1682	2	3364	3	1682	6	1682		
Truck 2As	6	12	-	-	2580	2	5161	6	2580	12	2580		
Truk 3As	6	19	-	-	1070	3	3209	6	1070			19	1070
Truk Gandeng	5	11	8	8	463	4	1852	5	463	11	463		
										8	463		
										8	463		
Truck Semi Trailer	7		22	22	219	3	658	7	219			22	219
												22	219
<b>Total</b>							<b>17809</b>		<b>7797</b>		<b>7434</b>		<b>1508</b>

Catatan : RD : Roda Depan; RB : Roda Belakang; RGD : Roda Gandeng Depan; RGB: Roda Gandeng Belakang; BS: Beban Sumbu; JS: Jumlah Sumbu; STRT: Sumbu Tunggal Roda Tunggal; STRG: Sumbu Tunggal Roda Ganda; STdRG: Sumbu Tandem Roda Ganda

### c. Penghitungan Jumlah Repetisi Sumbu

Tabel 5. 10. Perhitungan Jumlah Repetisi Sumbu

Jenis Sumbu	Beban Sumbu (ton)	Jumlah Sumbu	Proporsi Beban	Proporsi Sumbu	Lalu Lintas Rencana	Repetisi Yang Terjadi
(1).	(2).	(3).	(4).	(5).	(6).	(7) = (4) x (5) x (6)
STRT	0	0	0,000	0,44	205564982	0
	7	219	0,028	0,44	205564982	2532764,262
	6	3650	0,468	0,44	205564982	42128754,24
	5	463	0,059	0,44	205564982	5343999,987
	3	3465	0,444	0,44	205564982	39993806,35
<b>Total</b>		7797,22	1,000			
STRG	12	2580	0,347	0,42	205564982	29783186,03
	11	463	0,062	0,42	205564982	5343999,987
	8	926	0,125	0,42	205564982	10687999,97
	6	1682	0,226	0,42	205564982	19413439,16
	5	1783	0,240	0,42	205564982	20580367,19
<b>Total</b>		7434,18	1,000			
STdRG	21,75	439	0,291	0,08	205564982	5065528,523
	18,75	1069,58	0,709	0,08	205564982	12345568,21
<b>Total</b>		1508,43	1,000			
<b><u>Kumulatif</u></b>						<b>193219414</b>

### d. Data Teknis

#### 1. Tafsiran Beton 250 mm

- ) Jenis Perkerasan : Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan ruji
- ) Jenis Bahu : Beton
- ) Umur Rencana : 30 Tahun

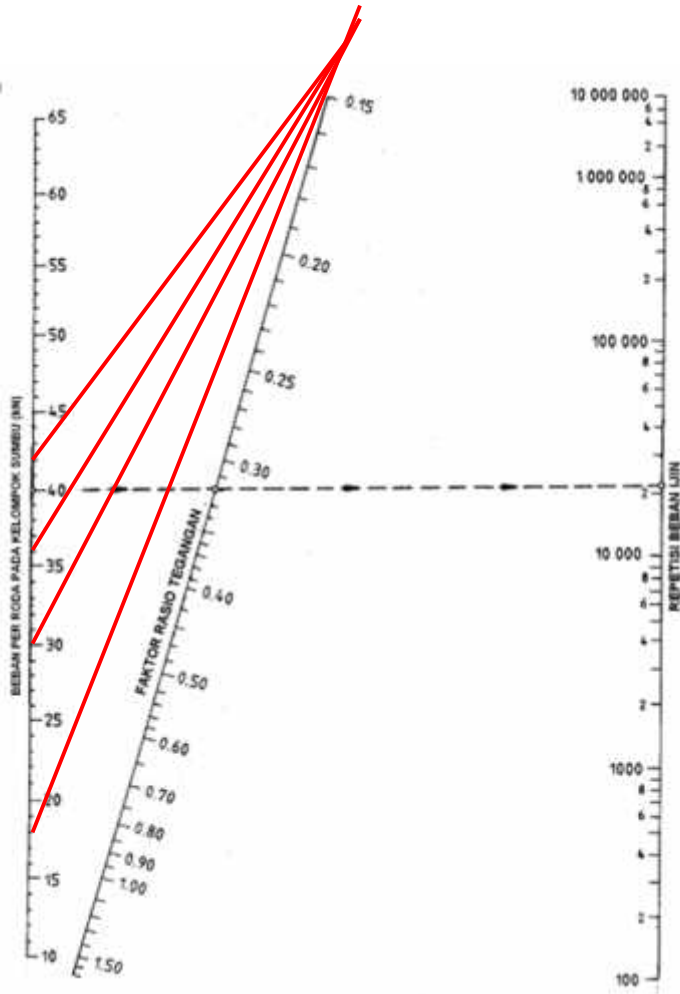
- ) JSKN Rencana : 205564982,1  
 ) F. Keamanan Beban : 1,2 (*Lihat Tabel 2.33*)  
 ) Kuat Tekan Beton : 33,2 MPa  
 ) Kuat Tarik Beton : 4,3 MPa  
 ) Jenis Pondasi : campuran beton kurus (CBK)  
 ) Tebal Pondasi : 10 cm  
 ) CBR Tanah Dasar : 46%  
 ) CBR Efektif : 75 %  
 ) Tebal Taksiran Beton : 250 mm  
 e. Analisa Fatik dan Erosi (Tebal Taksiran beton = 250mm)

Tabel 5. 11. Analisa Fatik dan Erosi

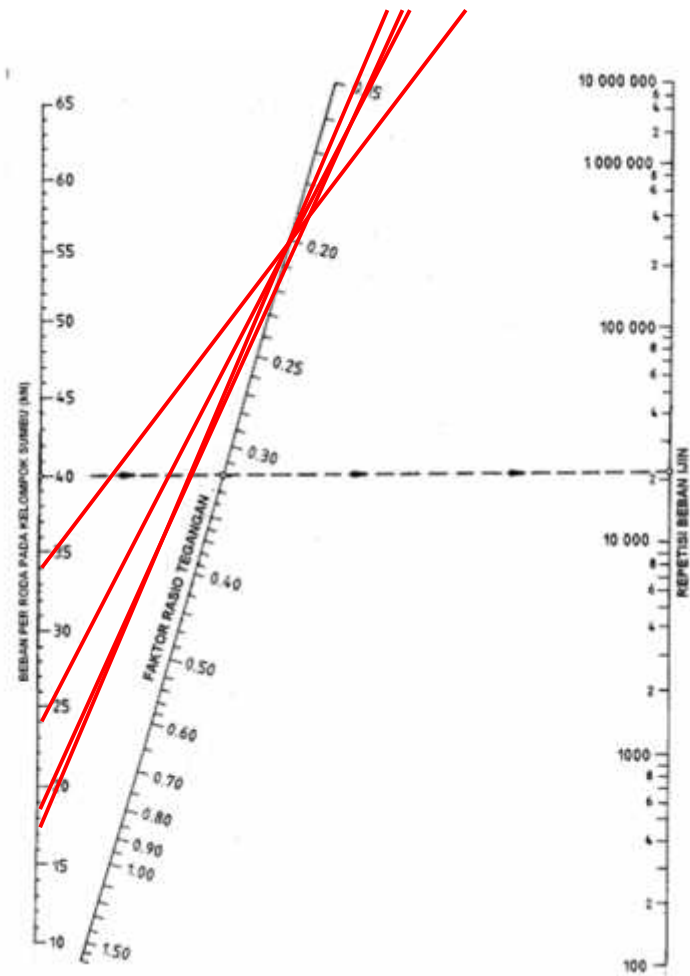
Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton (kN)	Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi i ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi i ijin	Persen Rusak (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	$(7) = (4) \cdot 100 / (6)$	(8)	$(9) = (4) \cdot 100 / (8)$
STRT	70	42,00	2849360	$Te = 0,58$ $Fe = 1,66$ $FRT = 0,13$	TT	0	TT	0
	60	36,00	47394849		TT	0	TT	0
	50	30,00	6012000		TT	0	TT	0
	30	18,00	44993032		TT	0	TT	0
STRG	113	33,90	6012000	$Te = 0,86$ $Fe = 2,27$ $FRT = 0,20$	TT	0	6.000.000	89,1
	80	24,00	12024000		TT	0	TT	0
	59,4	17,82	21840119		TT	0	TT	0
	54,8	16,44	23152913		TT	0	TT	0
STdRG	217,5	32,63	5698720	$Te = 0,72$ $Fe = 2,3$ $FRT = 0,17$	TT	0	5.000.000	101,3
	187,5	28,13	13888764		TT	0	TT	0
Total						0%		190,4%
Kontrol						<b>0% &lt; 100%</b>		<b>190,4% &gt; 100%</b>
						<b>OK!</b>		<b>NOT OK!</b>

Tabel 5. 12. Tegangan Ekvivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton (Tebal Taksiran Beton =250mm)

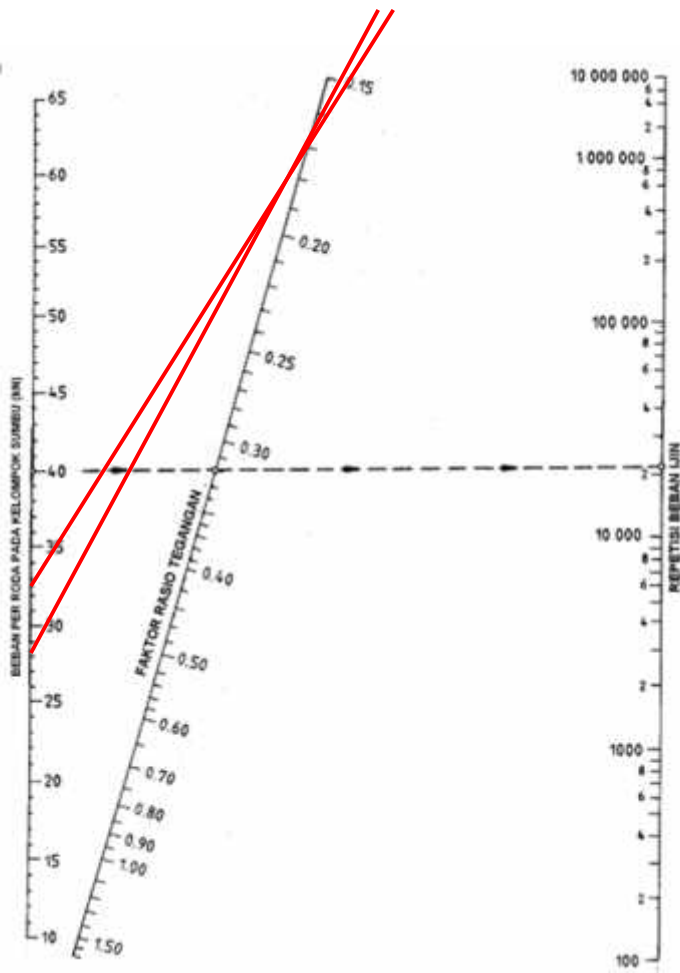
Tebal Slab (mm)	CBR ER Tanah Dasar (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STiRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STiRG	STRT	STRG	STdRG	STiRG
250	5	0.65	1.09	0.98	0.73	1.77	3.27	2.55	2.63	1.84	3.14	2.32	2.45
250	10	0.63	1.03	0.9	0.69	1.74	2.35	2.5	2.55	1.82	3.12	2.36	2.37
250	15	0.62	1	0.87	0.67	1.73	2.34	2.47	2.52	1.5	3.11	2.23	2.33
250	20	0.61	0.99	0.85	0.66	1.72	2.33	2.46	2.49	1.49	3.1	2.22	2.3
250	25	0.61	0.97	0.83	0.64	1.72	2.32	2.43	2.47	1.46	2.09	2.2	2.28
250	35	0.6	0.93	0.79	0.61	1.71	2.3	2.39	2.42	1.4	2.07	2.18	2.22
250	45	0.59	0.9	0.77	0.6	1.69	2.28	2.37	2.38	1.4	2.05	2.15	2.19
250	75	0.58	0.86	0.72	0.57	1.66	2.27	2.3	2.31	1.43	2.03	2.06	2.1



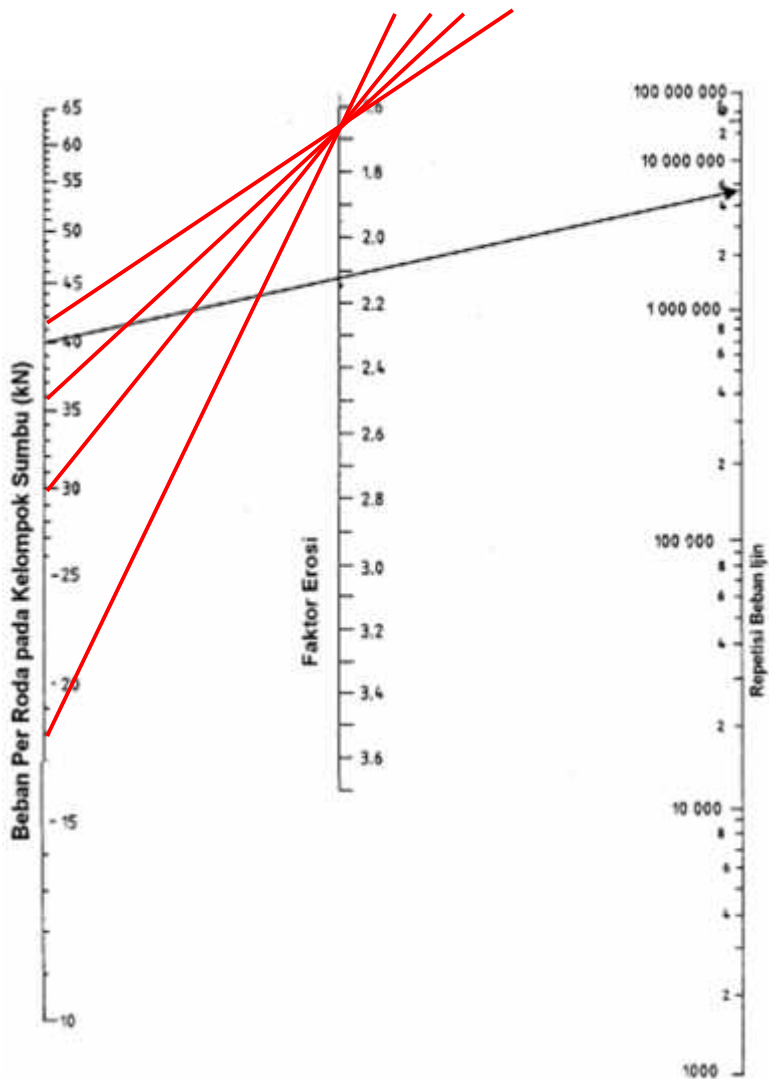
Gambar 5. 1. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 250 mm)



Gambar 5. 2. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRG Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 250 mm)

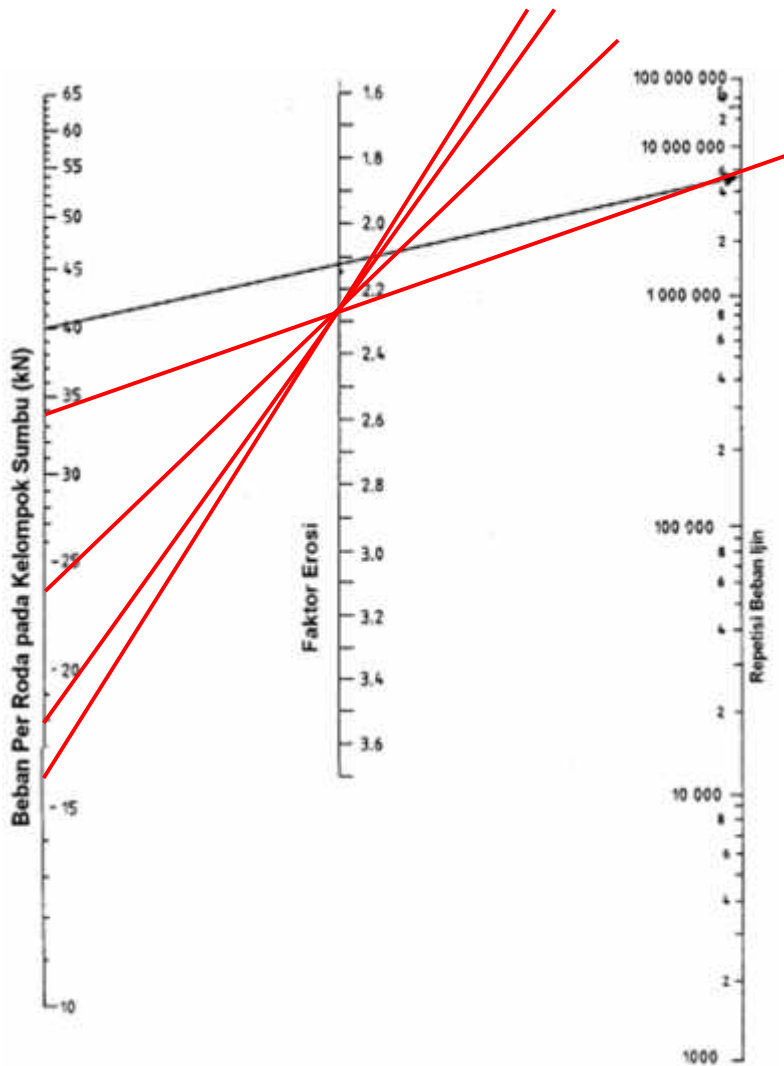


Gambar 5. 3. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STdRG Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 250 mm)

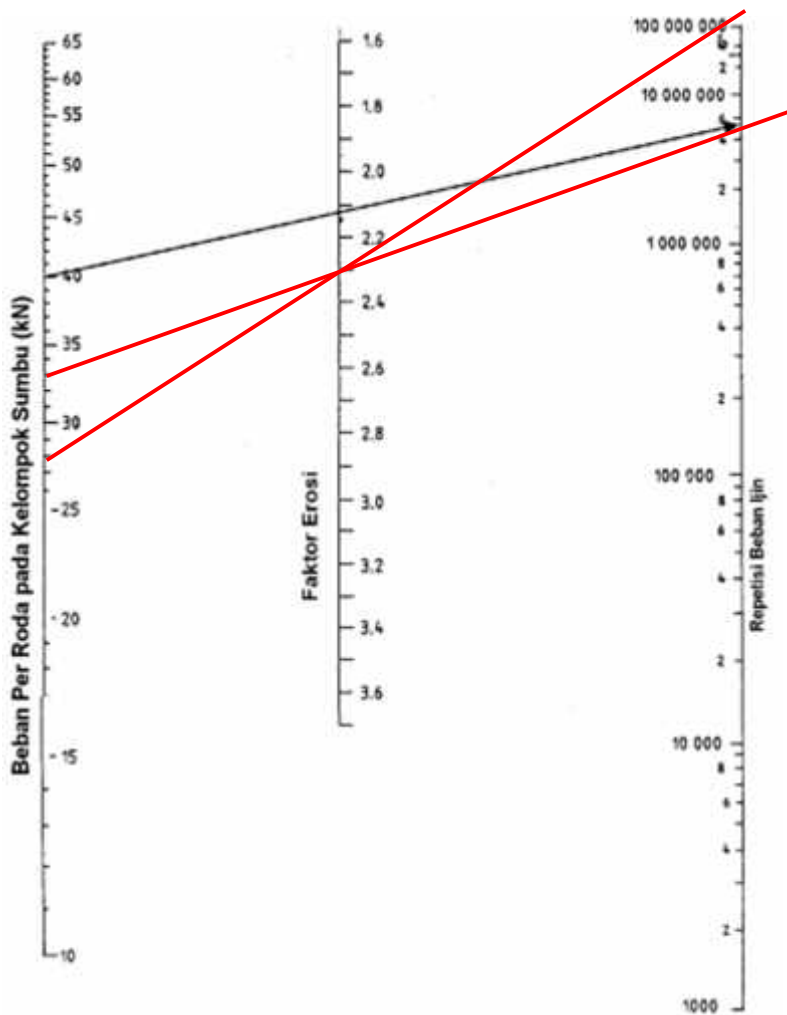


Gambar 5. 4. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 250 mm)





Gambar 5. 5. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STRG Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 250 mm)



Gambar 5. 6. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STdRG Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 250 mm)

## 2. Tafsiran Beton 255 mm

- ) Jenis Perkerasan : Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan ruji
- ) Jenis Bahu : Beton
- ) Umur Rencana : 30 Tahun
- ) JSKN Rencana : 205564982,1
- ) F. Keamanan Beban : 1,2 (*Lihat Tabel 2.33*)
- ) Kuat Tekan Beton : 33,2 MPa
- ) Kuat Tarik Beton : 4,3 MPa
- ) Jenis Pondasi : campuran beton kurus (CBK)
- ) Tebal Pondasi : 10 cm
- ) CBR Tanah Dasar : 46%
- ) CBR Efektif : 75 %
- ) Tebal Taksiran Beton : 255 mm

## f. Analisa Fatik dan Erosi (Tebal Taksiran Beton =255mm)

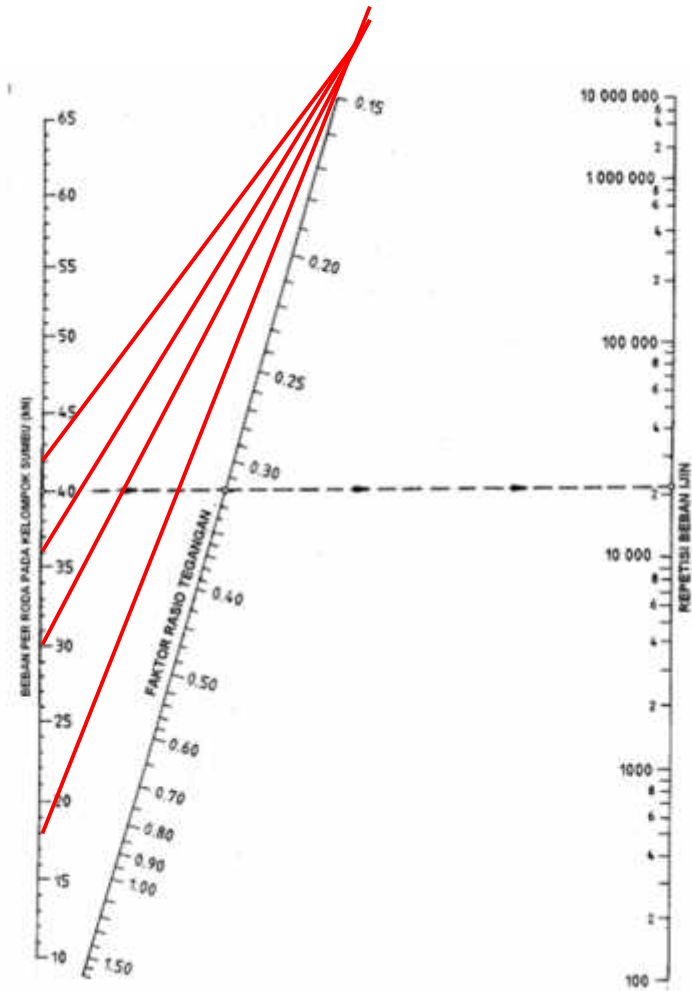
Tabel 5. 13. Analisa Fatik dan Erosi

Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton (kN)	Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi i ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi i ijin	Persen Rusak (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	$(7) = \frac{(4) \cdot 100}{(6)}$	(8)	$(9) = \frac{(4) \cdot 100}{(8)}$
STRT	70	42,00	2849360	Te = 0,565 Fe = 1,64 FRT = 0,13	TT	0	TT	0
	60	36,00	47394849		TT	0	TT	0
	50	30,00	6012000		TT	0	TT	0
	30	18,00	44993032		TT	0	TT	0
STRG	113	33,90	6012000	Te = 0,835 Fe = 2,245 FRT = 0,16	TT	0	9.000.000	59,4
	80	24,00	12024000		TT	0	TT	0
	59,4	17,82	21840119		TT	0	TT	0
	54,8	16,44	23152913		TT	0	TT	0
STdRG	217,5	32,63	5698720	Te = 0,700 Fe = 2,285 FRT = 0,16	TT	0	8.000.000	63,3
	187,5	28,13	13888764		TT	0	TT	0
Total						0%		122,7%
Kontrol						<b>0% &lt; 100%</b>		<b>122,7% &gt; 100%</b>
						<b>OK!</b>		<b>NOT OK!</b>

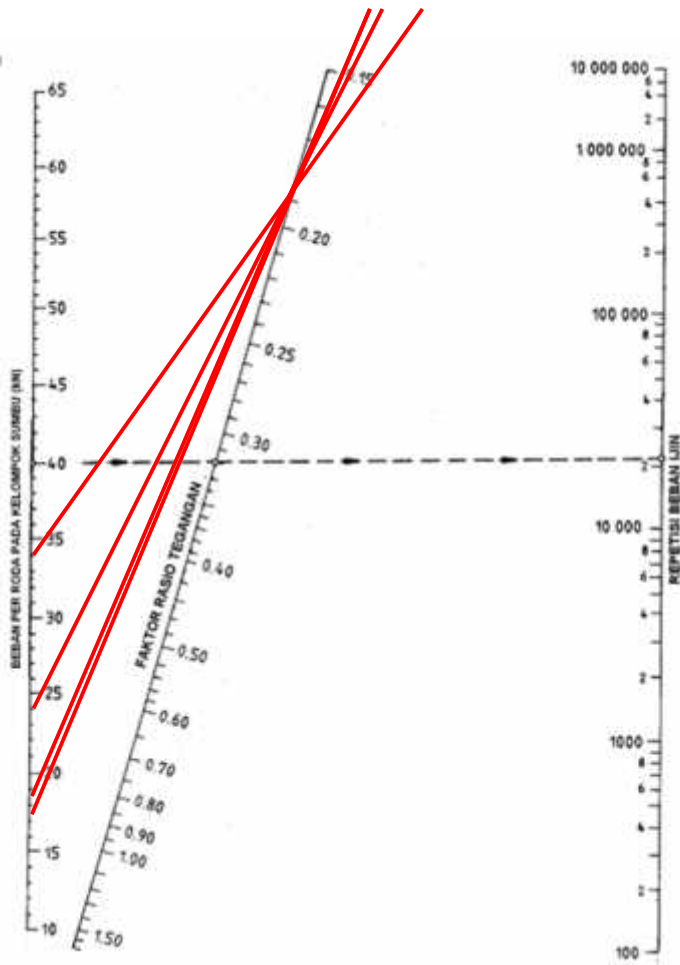
Tabel 5. 14. Tegangan Ekvivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton (Tebal Taksiran Beton =255mm)

Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah (Desur %)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
250	5	0,65	1,09	0,98	0,73	1,77	2,37	2,56	2,63	1,54	2,14	2,33	2,45
250	10	0,63	1,03	0,9	0,69	1,74	2,36	2,5	2,55	1,52	2,12	2,26	2,37
250	15	0,62	1	0,87	0,67	1,73	2,34	2,47	2,52	1,5	2,11	2,23	2,33
250	20	0,61	0,99	0,85	0,65	1,72	2,33	2,45	2,49	1,49	2,1	2,22	2,3
250	25	0,61	0,97	0,83	0,64	1,72	2,32	2,43	2,47	1,48	2,09	2,2	2,28
250	30	0,6	0,93	0,78	0,61	1,71	2,3	2,39	2,42	1,4	2,07	2,16	2,22
250	50	0,58	0,9	0,75	0,59	1,68	2,29	2,36	2,38	1,44	2,05	2,14	2,18
250	75	0,58	0,86	0,72	0,57	1,65	2,27	2,3	2,31	1,43	2,03	2,06	2,1
250	9	0,61	1,04	0,93	0,71	1,72	2,31	2,53	2,61	1,49	2,09	2,29	2,42
250	10	0,6	0,98	0,86	0,66	1,7	2,3	2,47	2,53	1,47	2,07	2,23	2,34
250	15	0,59	0,95	0,83	0,63	1,69	2,28	2,44	2,49	1,46	2,06	2,2	2,3
250	20	0,58	0,94	0,81	0,62	1,68	2,28	2,42	2,46	1,45	2,05	2,19	2,28
250	25	0,57	0,92	0,79	0,61	1,67	2,27	2,4	2,44	1,44	2,04	2,16	2,25
250	30	0,56	0,88	0,75	0,59	1,65	2,26	2,36	2,39	1,42	2,02	2,12	2,19
250	50	0,56	0,85	0,71	0,58	1,63	2,24	2,32	2,35	1,4	2,0	2,09	2,13
250	75	0,55	0,81	0,66	0,54	1,62	2,22	2,27	2,28	1,38	1,98	2,01	2,06

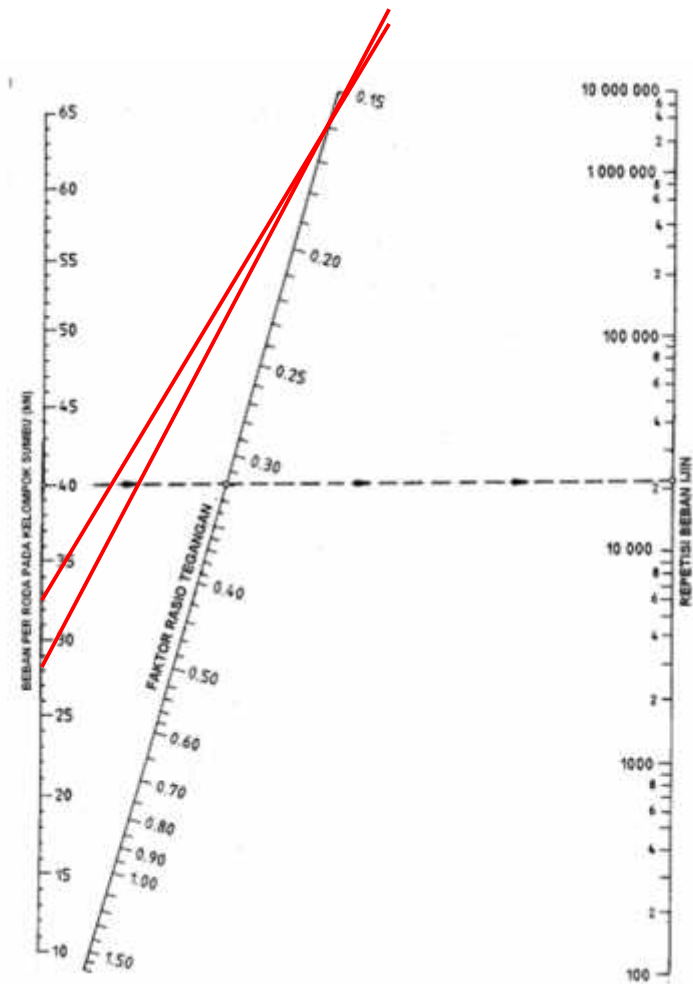
**Catatan :** untuk tafsiran beton = 25,5 maka menggunakan interpolasi untuk menentukan tegangan setara maupun tegangan erosi



Gambar 5. 7. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 255 mm)

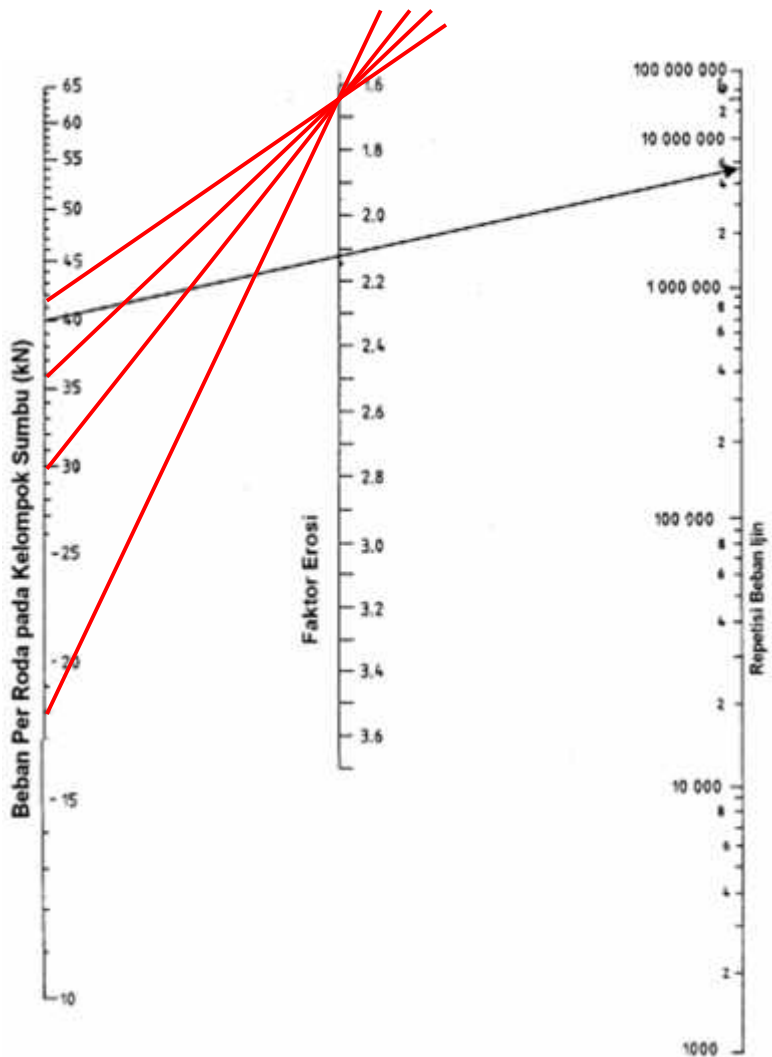


Gambar 5. 8. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRG Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 255 mm)

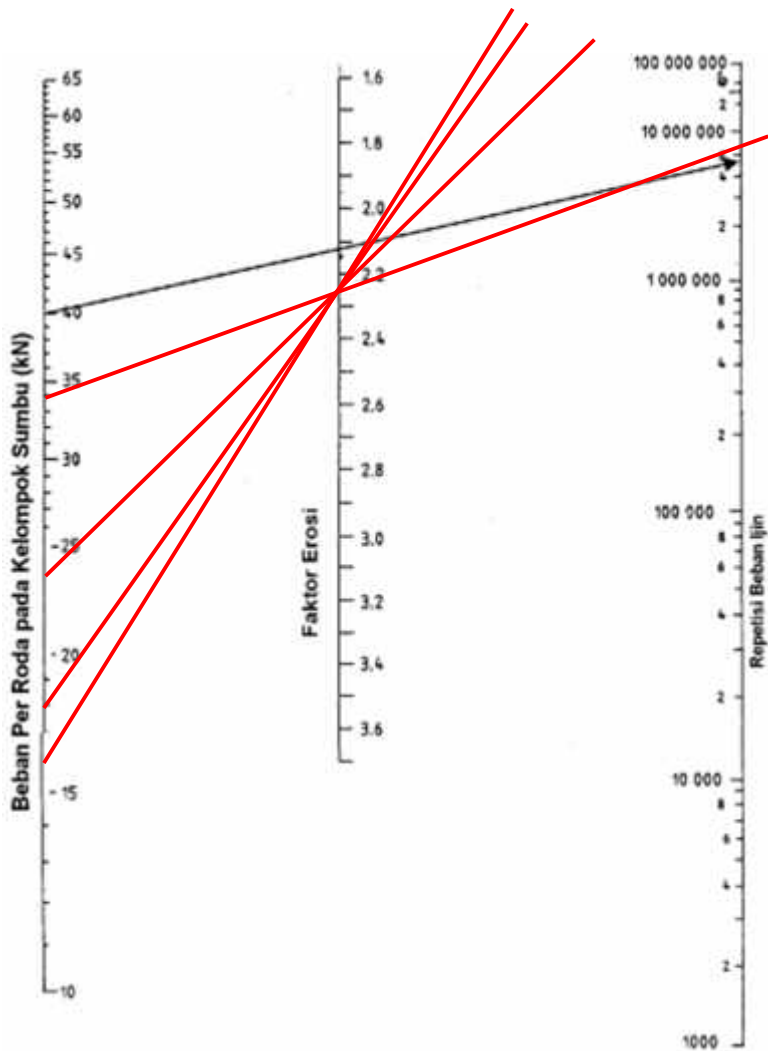


Gambar 5. 9. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STdRG  
Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton  
(Tafsiran Beton 255 mm)

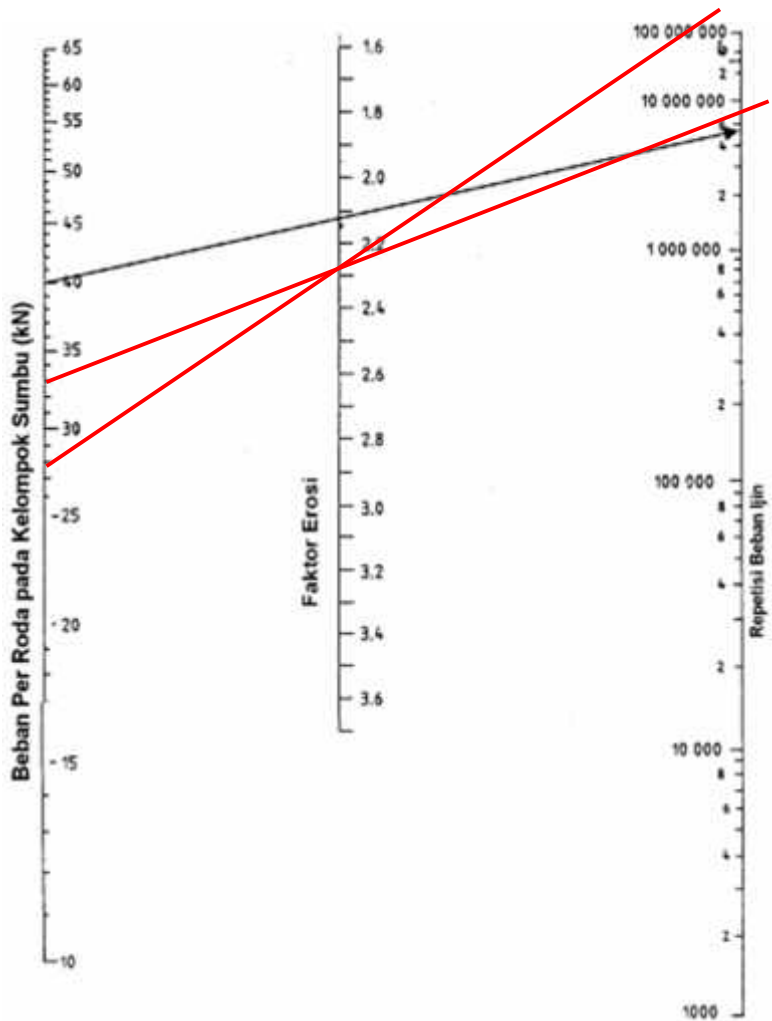




Gambar 5. 10. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 255 mm)



Gambar 5. 11. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STRG Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 255 mm)



Gambar 5. 12. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STdRG Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 255 mm)

### 3. Tafsiran Beton 260 mm

- ) Jenis Perkerasan : Beton Bersambung Tanpa Tulangan (BBTT) dengan ruji
- ) Jenis Bahu : Beton
- ) Umur Rencana : 30 Tahun
- ) JSKN Rencana : 205564982,1
- ) F. Keamanan Beban : 1,2 (*Lihat Tabel 2.33*)
- ) Kuat Tekan Beton : 33,2 MPa
- ) Kuat Tarik Beton : 4,3 MPa
- ) Jenis Pondasi : campuran beton kurus (CBK)
- ) Tebal Pondasi : 10 cm
- ) CBR Tanah Dasar : 46%
- ) CBR Efektif : 75 %
- ) Tebal Taksiran Beton : 260 mm

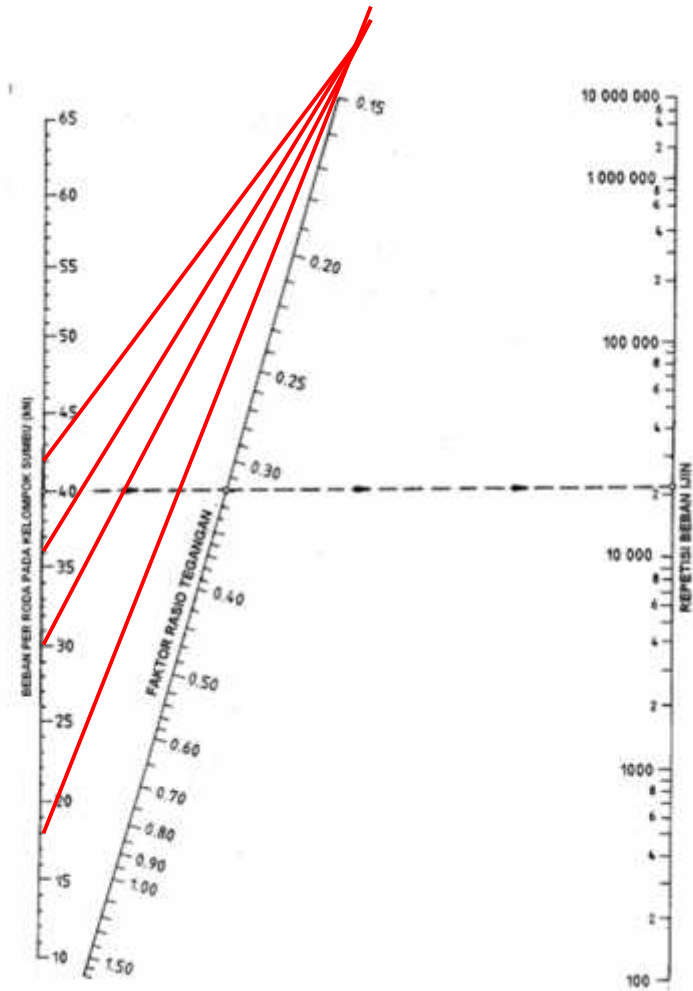
## g. Analisa Fatik dan Erosi (Tebal Taksiran Beton =260mm)

Tabel 5. 15. Analisa Fatik dan Erosi (Tebal Taksiran Beton =260mm)

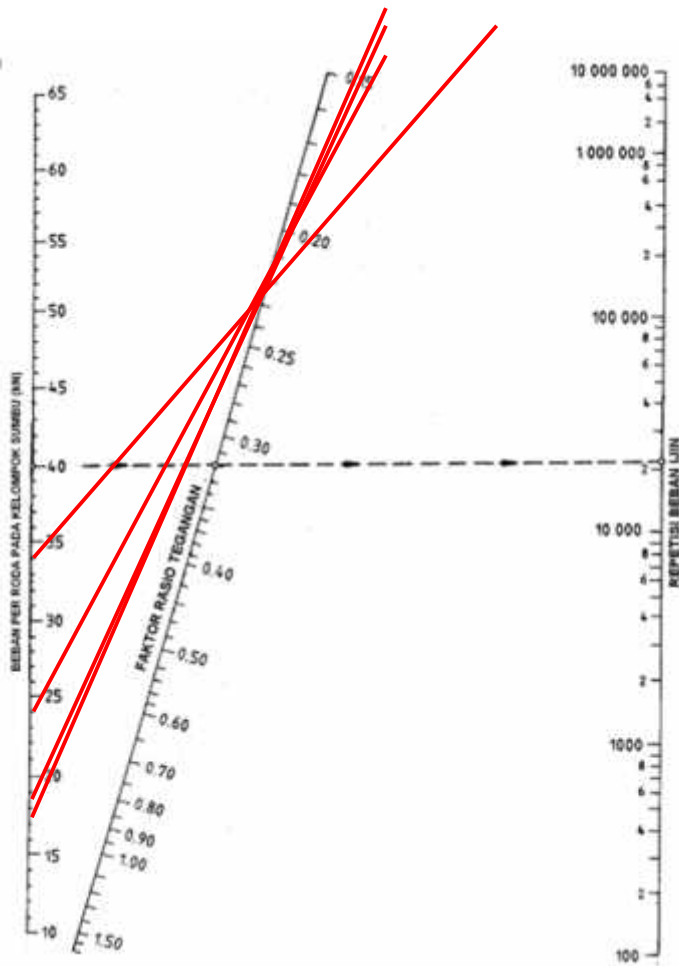
Jenis Sumbu	Beban Sumbu Ton (kN)	Beban Rencana Per Roda (kN)	Repetisi yang terjadi	Faktor Tegangan dan erosi	Analisa Fatik		Analisa Erosi	
					Repetisi i ijin	Persen Rusak (%)	Repetisi i ijin	Persen Rusak (%)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	$\frac{(7)}{(4)*100/(6)}$	(8)	$\frac{(9)=(4)*100/(8)}{(8)}$
STRT	70	42,00	2849360	Te = 0,55 Fe = 1,62 FRT = 0,13	TT	0	TT	0
	60	36,00	47394849		TT	0	TT	0
	50	30,00	6012000		TT	0	TT	0
	30	18,00	44993032		TT	0	TT	0
STRG	113	33,90	6012000	Te = 0,81 Fe = 2,22 FRT = 0,19	TT	0	11.000.0000	48,6
	80	24,00	12024000		TT	0	TT	0
	59,4	17,82	21840119		TT	0	TT	0
	54,8	16,44	23152913		TT	0	TT	0
STdRG	217,5	32,63	5698720	Te = 0,68 Fe = 2,27 FRT = 0,16	TT	0	10.000.0000	50,7
	187,5	28,13	13888764		TT	0	TT	0
Total						0%		99,3%
Kontrol						<b>0% &lt; 100%</b>		<b>99,3% &lt; 100%</b>
						<b>OK!</b>		<b>OK!</b>

Tabel 5. 16. Tegangan Ekvivalen dan Faktor Erosi untuk Perkerasan dengan Bahu Beton (Tebal Taksiran Beton =260mm)

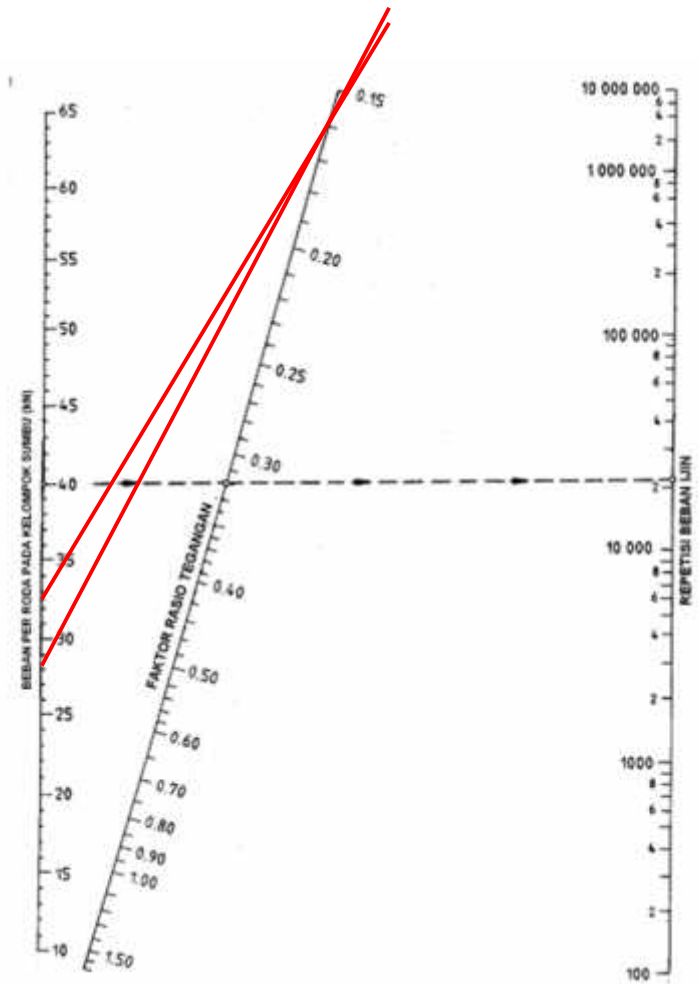
Tebal Slab (mm)	CBR Eff Tanah Desur (%)	Tegangan Setara				Faktor Erosi							
		STRT	STRG	STdRG	STrRG	Tanpa Ruji				Dengan Ruji/Beton Bertulang			
						STRT	STRG	STdRG	STrRG	STRT	STRG	STdRG	STrRG
200	5	0,61	1,04	0,93	0,71	1,72	2,33	2,53	2,61	1,49	2,08	2,29	2,42
200	10	0,6	0,98	0,86	0,66	1,7	2,3	2,47	2,53	1,47	2,07	2,23	2,34
200	15	0,58	0,95	0,83	0,63	1,69	2,28	2,44	2,49	1,46	2,06	2,2	2,3
200	20	0,56	0,94	0,81	0,62	1,65	2,28	2,42	2,46	1,45	2,05	2,18	2,28
200	25	0,57	0,92	0,79	0,61	1,67	2,27	2,4	2,44	1,44	2,04	2,16	2,25
200	30	0,56	0,88	0,75	0,59	1,65	2,26	2,36	2,39	1,42	2,02	2,12	2,19
200	50	0,56	0,85	0,71	0,56	1,64	2,24	2,32	2,35	1,4	2	2,08	2,13
200	75	0,55	0,81	0,68	0,54	1,63	2,22	2,27	2,28	1,38	1,98	2,01	2,05



Gambar 5. 13. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 260 mm)

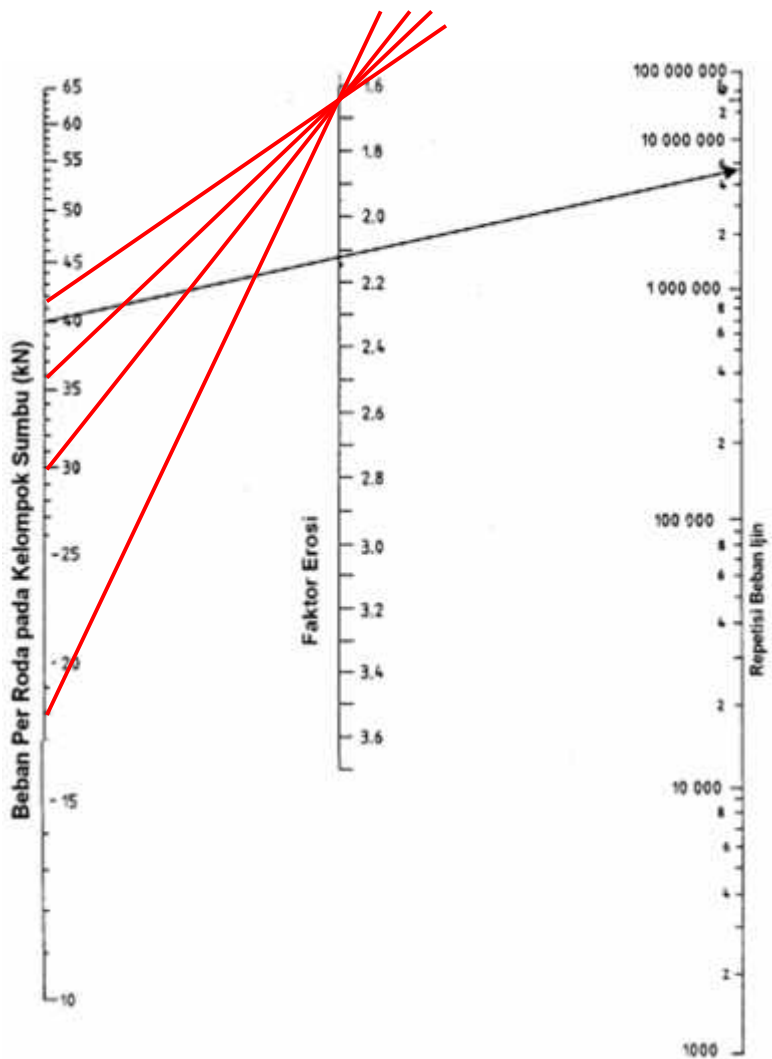


Gambar 5. 14. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STRG Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 260 mm)

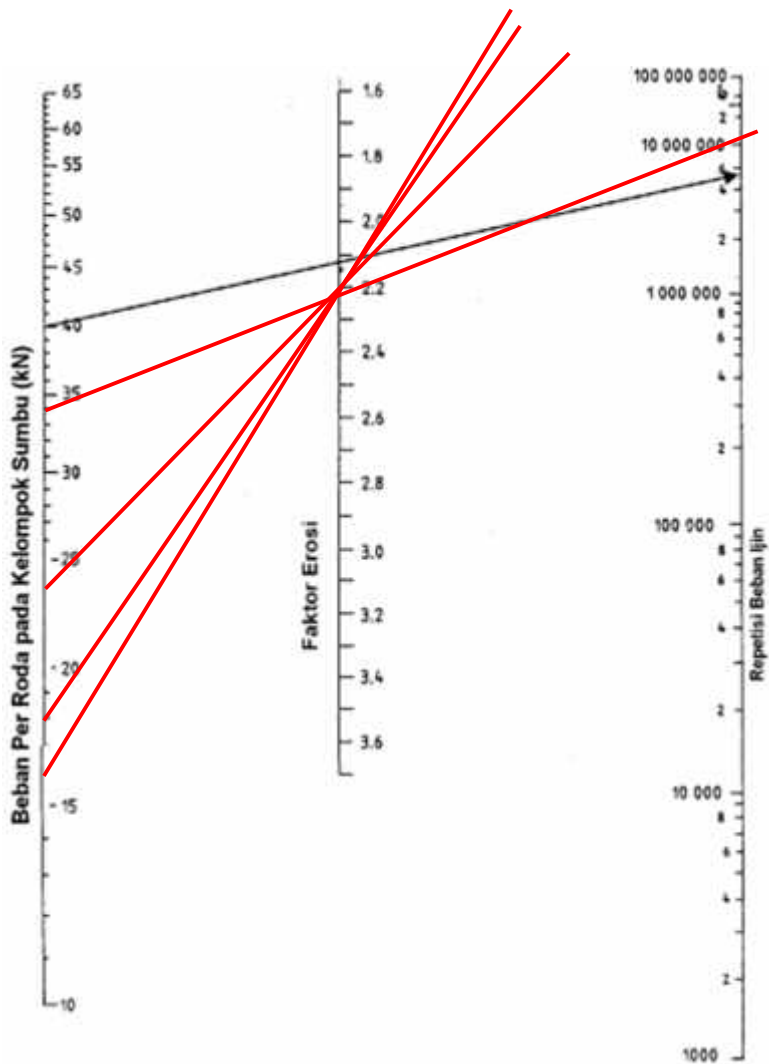


Gambar 5. 15. Analisa Fatik dan Beban Repetisi Ijin STdRG Berdasarkan Rasio Tegangan, dengan/ tanpa bahu beton (Tafsiran Beton 260 mm)

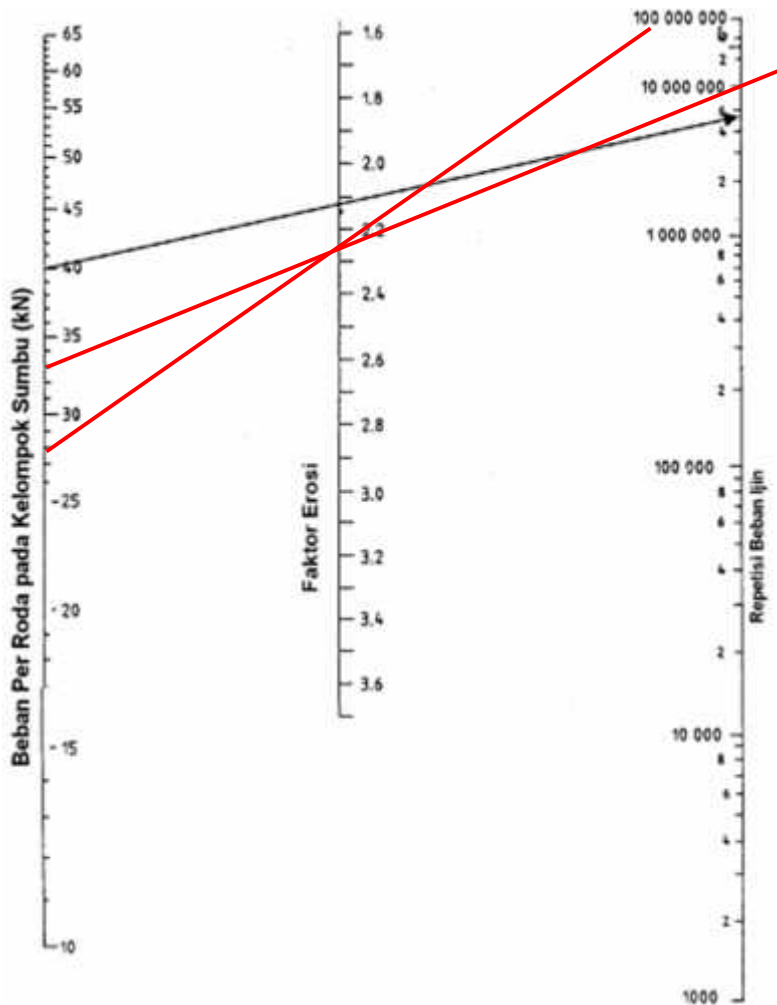




Gambar 5. 16. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STRT Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 260 mm)



Gambar 5. 17. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STRG Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 260 mm)



Gambar 5. 18. Analisa Erosi dan Jumlah Repetisi Ijin STdRG Berdasarkan Faktor Erosi, dengan Bahu Beton (Tafsiran Beton 260 mm)

**e. Kesimpulan Perhitungan**

Berdasarkan perhitungan dengan metode Pd-T-14-2003 maka dapat disimpulkan tebal perkerasan yang memenuhi analisa fatik dan erosi ialah **260 mm**. Nilai analisa fatik sebesar **0% < 100 % (OK)** dan analisa erosi **99,3% < 100 %**. Berdasarkan analisa tersebut plat mampu menerima beban hingga akhir umur rencana.

Adapun penjelasan analisa fatik dan erosi sebagai berikut :

- a. **Analisa fatik** (kelelahan) adalah kekuatan perkerasan baton menerima beban berulang dengan terus menerus dan faktor kuat lentur beton sangat berpengaruh pada analisa fatik atau kelelahan beton menerima beban berulang.
- b. **Analisa Erosi** adalah daya dukung tanah dasar untu menerima lendutan yang ditimbulkan oleh perkerasan beton (plat). CBR tanah menjadi faktor utama untuk mengetahui ketahanan pondasi untuk meneruma beban berulang.

### 5.3.4 Perencanaan Tebal Perkerasan Jalan Beton Metode ASSHTO 1993

Tabel 5. 17. Tabel Perhitungan ASHTO 1993

Jenis Kendaraan	Gol. Kend	LHR Awal	Beban		Nilai E	Faktor Distribusi	Faktor Distribusi	18
		Tahun	(Ton)	(Kip)		Arah	Lajur	
A		b	c	d	e	f	g	$h = b \times e \times 365$
Mobil Penumpang (Gol 2) (1.2)	I	6891	2,0	4,4	0,0	0,5	0,7	1006,1
Bus Kecil (Gol.5a) (1.2)		1783	8,3	18,3	0,2	0,5	0,7	119746,9
Bus Besar (Gol.5b) (1.2)	II	1682	9,0	19,8	0,3	0,5	0,7	212408,4
Truck 2 As (Gol.6) (1.2H)		2580	15,5	34,1	2,6	0,5	0,7	2433642,8
Truck 3As (Gol.7a) (1.2.2)	III	1070	25,0	55,1	5,2	0,5	0,7	2048012,2
Truck Gand. (Gol.7b) (1.2+2.2)	IV	463	31,4	69,2	3,8	0,5	0,7	636076,3
Truck S. triller (Gol.7c) (1.2.2+2.2)	V	219	40,1	88,4	6,2	0,5	0,7	495848,2

Jenis Kendaraan	Faktor Distribusi	Faktor Distribusi	18	LHR Akhir		Wt 18
	Arah	Lajur		Umur Rencana	W18	
A	f	g	$h = b \times e \times \frac{365}{365}$	e	$i = f \times g \times h$	$j = i \times ((1+0.06)^{UR-1})/0.06$
Mobil Penumpang (Gol 2) (1.2)	0,5	0,7	1006,1	39577,1	352,1	27837,9
Bus Kecil (Gol.5a) (1.2)	0,5	0,7	119746,9	10240,7	41911,4	3313439,1
Bus Besar (Gol.5b) (1.2)	0,5	0,7	212408,4	9660,0	74342,9	5877418,7
Truck 2 As (Gol.6) (1.2H)	0,5	0,7	2433642,8	14820,0	851775,0	67339783,6
Truck 3As (Gol.7a) (1.2.2)	0,5	0,7	2048012,2	6143,1	716804,3	56669244,5
Truck Gand. (Gol.7b) (1.2+2.2)	0,5	0,7	636076,3	2659,1	222626,7	17600464,0
Truck S. triller (Gol.7c) (1.2.2+2.2)	0,5	0,7	495848,2	1260,3	173546,9	13720300,6
			Total Lalin ESAL :			164548488,3

**Kolom a : Jenis Kendaraan**

Yaitu penggolongan kendaraan berdasarkan sumbu as

**Kolom b : LHR awal tahun Rencana**

Yaitu proyeksi kendaraan sampai awal tahun rencana yaitu pada tahun 2018

**Kolom c : Beban Kendaraan**

Besarnya beban kendaraan tergantung dari jenis kendaraan tersebut. (1 ton = 0,454 kip)

**Kolom d : Nilai ekivalen (E)**

Besarnya angka ekivalen (E) untuk masing-masing golongan beban gandar sumbu kendaraan ditentukan berdasar lampiran I. sedangkan hasil perhitungan angka ekivalen untuk masing masing presentase beban setiap jenis kendaraan dapat dilihat di tabel 5.8

**Kolom e : faktor Distribusi Lajur ( $D_L$ )**

Diketahui bahwa jalan tol Mojokerto – Kertosono direncanakan memiliki 3 jumlah lajur disetiap arahnya maka berdasarkan tabel 2.47 didapat nilai  $D_L$  sebesar 70%

**Kolom f : Faktor Distribusi Arah ( $D_D$ )**

$D_D = 0,3 - 0,7$

Umumnya diambil 0,5

**Kolom g :****Beban Gandar standar kumulatif untuk 2 arah (  $_{18}$ )**

Setelah mendapatkan angka ekivalen masing masing kendaraan, maka langkah selanjutnya adalah mencari Beban Gandar standar kumulatif untuk dapat menghitung lalu lintas lajur rencan per tahun.

$$_{18} = \text{LHR} \times E \times 365$$

Contoh perhitungan Mobil penumpang (1.2)

$$\begin{aligned}_{18} &= \text{LHR} \times E \times 365 \\ &= 6891 \times 0,0008 \times 365 \\ &= 2012.172\end{aligned}$$

**Kolom h :****Lalu lintas pada lajur rencana selama setahun ( $W_{18}$ )**

$$W_{18} = D_D \times D_L \times _{18}$$

Contoh perhitungan Mobil penumpang (1.2)

$$\begin{aligned} W_{18} &= D_D \times D_L \times 18 \\ &= 0,5 \times 0,70 \times 2012.172 \\ &= 704.260 \end{aligned}$$

**Kolom i :**

**Jumlah Beban Gandar Tunggal Standar Kumulatif (Wt)**

$$W_t = W_1 \times \frac{(1+g)^n - 1}{g}$$

Contoh perhitungan Mobil penumpang (1.2)

$$\begin{aligned} W_t &= W_1 \times \frac{(1+g)^n - 1}{g} \\ &= 704.260 \times \frac{(1+0,05)^3 - 1}{0,05} \\ &= 55677.534 \end{aligned}$$

## a. Parameter Desain

### 1. Analysis Period/ Umur Rencana

Umur rencana rigid Pavement untuk Proyek Jalan Tol Mojokerto- Kertosono Seksi II direncanakan 30 tahun.

### 2. Reability

#### a. Tingkat Reability (R)

Proyek Jalan Tol Mojokerto-Kertosono termasuk klasifikasi jalan tol antar kota ( Free ways Rural ) sehingga nilai reabilitas berkisar 85%-99.9% diambil nilai R sebesar 90%. (**tabel 2.48**)

#### b. Standar Normal Deviation ( $Z_R$ )

Dengan nilai R sebesar 90% maka nilai Standar Normal Deviation ( $Z_R$ ) adalah -1.282 (**Tabel 2.49**)

#### c. Satandar Deviation ( $S_O$ )

Parameter nilai standar deviation untuk rigid pavement sebesar 0,3-0,4 diambil  $S_O$  sebesar 0,35.



### 3. Angka Ekvivalen

Menghitung Nilai Ekvivalen (E)

Untuk mencari ketebalan menggunakan cara AASHTO maka perlu mencari angka ekivalen (E) untuk masing masing beban kendaraan.

Tabel 5. 18. Jenis-Jenis Kendaraan

No	Jenis Kendaraan	Golongan Kendaraan	Beban	
			Ton	Kip
1	Mobil Penumpang (1.2)	I	2	4,41
2	Bus Kecil (1.2)		8,3	18,28
3	Bus Besar (1.2)	II	9	19,82
4	Truck 2 As (1.2H)		15,5	34,14
5	Truck 3 As (1.2.2)	III	25	55,07
6	Truck Gandeng (1.2+2.2)	IV	31,4	69,16
7	Truck S. Triller (1.2+2.2)	V	40,13	88,39

Sumber : Laporan Analisa Lalu-lintas Jalan Tol Mojokerto-Kertosono

Angka ekivalen (E) masing – masing golongan beban gandar sumbu setiap kendaraan ditentukan menggunakan tabel pada lampiran I. Untuk presentase beban setiap jenis kendaraan menggunakan peraturan Bina Marga, presentase beban setiap jenis kendaraan.

Dengan memperhitungkan nilai  $P_t = 2,5$  dan diasumsikan tebal plat 30 cm maka didapatkan hargaangka ekivalen (E) dengan cara interpolasi.

Tabel 5. 19. Angka Ekvivalen Sumbu Tunggal Untuk Perkerasan

Beban		Nilai E	
Ton	Kip	Hasil Interpolasi	
1,00	2,203	0,0004	Dari Tabel pt = 2,5 dan D = 11,82 inci (30 cm)
2,822	6,216	0,0124	
3,06	6,740	0,0181	
5,151	11,346	0,1433	
5,478	12,066	0,1784	
5,652	12,499	0,2096	
5,899	12,994	0,2540	
5,94	13,084	0,2613	
6,25	13,767	0,3170	
8,478	18,674	1,1989	
8,792	19,366	1,4029	
9,999	22,024	2,4237	

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 20. Angka Ekvivalen Sumbu Tandem Untuk Perkerasan Kaku

Beban		Nilai E	
Ton	Kip	Hasil Interpolasi	
6,822	15,027	0,0639	Pt = 2,5 dan D = 11,82 inci (30 cm)
7,223	15,911	0,0785	
18,75	41,3	4,6173	
19,985	44,019	6,0824	

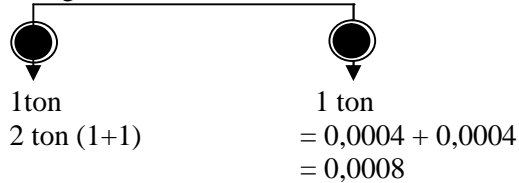
Sumber : Hasil Perhitungan

Dari tabel – tabel hasil interpolasi diatas maka didapatkan angka ekivalen kendaraan yang dihitung seperti di bawah ini:

a. Mobil Penumpang (1.2)

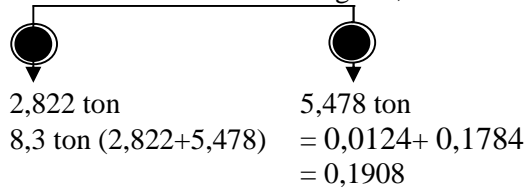
Muatan Maksimal = 2000 Kg = 2 ton

Total 2 Ton dengan distribusi beban sumbu sebagai berikut :



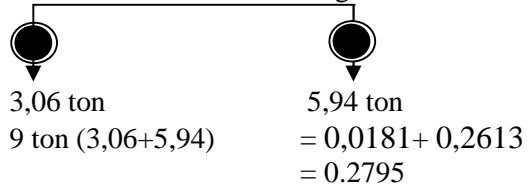
b. Bus Kecil (1.2)

Muatan Maksimal = 8300 kg = 8,3 Ton



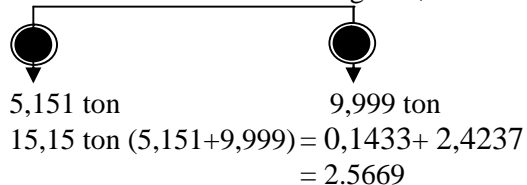
c. Bus Besar (1.2)

Muatan Maksimal = 9000 kg = 9 ton



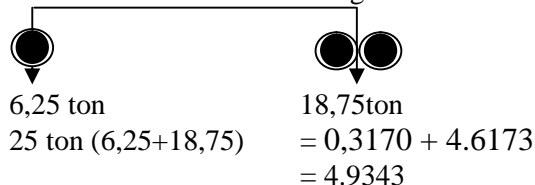
d. Truck 2 As (1.2H)

Muatan Maksimal = 15150 kg = 15,15 ton



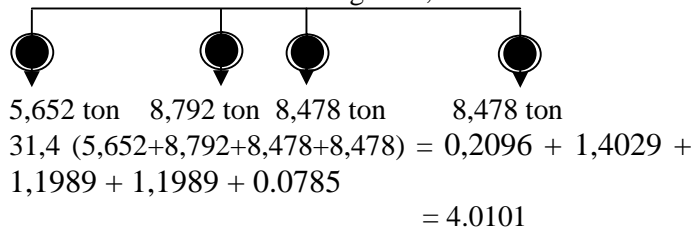
## e. Truck 3As (1.2.2)

Muatan Maksimal = 25000 kg = 25 ton



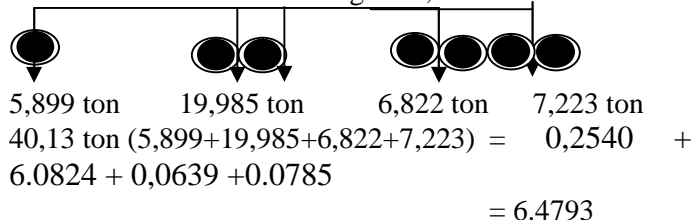
## f. Truck Gandeng (1.2+2.2)

Muatan Maksimal = 31400 kg = 31,4 ton



## g. Truck Semi Triller (1.2.2+2.2)

Muatan Maksimal = 40130 kg = 40,13 ton



Keterangan :



= Sumbu Tunggal



= Sumbu Tandem

Tabel 5. 21. Rekapitulasi Nilai Angka Ekvivalen (E)

No	Jenis Kendaraan	Nilai E
1	Mobil Penumpang (1.2)	0.0008
2	Bus Kecil (1.2)	0.1908

No	Jenis Kendaraan	Nilai E
3	Bus Besar (1.2)	0.2795
4	Truck 2 As (1.2H)	2.5669
5	Truck 3 As (1.2.2)	4.9343
6	Truck Gandeng (1.2+2.2)	4.0101
7	Truck S.Triller (1.2.2+2.2)	6.4793

Sumber : Hasil Perhitungan

#### 4. Serviceability

- a. Tingkat pelayanan awal /Initial Serviceability ( $P_o$ )  
 Nilai Tingkat pelayanan awal ( $P_o$ ) untuk perkerasan kaku yang direkomendasikan oleh AASHTO road Teast adalah 4,5.
- b. Tingkat pelayanan akhir /Terminal Serviceability ( $P_t$ ).  
 Terminal Serviceability Index untuk Jalan utama untu jalan tol (Major Highways) sebesar 2,5
- c. Total loss of serviability ( PSI)  
 Total loss of serviability PSI dapat dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:  

$$\begin{aligned} \text{PSI} &= P_o - P_t \\ &= 4,5 - 2,5 \\ &= 2 \end{aligned}$$

#### 5. Modulus Reaksi Tanah Dasar (MR)

Dengan nilai CBR sebesar 46% maka nilai k dapat ditentukan sebesar 463 psi/in menggunakan grafik hubungan antara k dengan CBR.

#### 6. Modulus Elastisitas Beton

Dengan kuat tekan beton ( $f_c'$ ) sebesar 33,2 Mpa = 4815 psi

(1 Mpa= 0,006895 psi) maka dapai dihitung nilai  $E_c$  menggunakan persamaaan :

$$\begin{aligned} E_c &= 57.000 \sqrt{f_c} \\ &= 57.000 \sqrt{4815} \end{aligned}$$

$$= 3955345 \text{ psi}$$

### 7. Flexural Strength ( $Sc'$ )

Flexural strength di Indonesia umumnya digunakan  $Sc' = 45 \text{ kg/cm}^2 = 640 \text{ psi}$  (untuk pelat beton).

### 8. Load Transfer Coefficient (J)

Nilai parameter load transfer coefficient (J) untuk perkerasan kaku dengan dowel sebesar 2,5-3,1. Maka diambil nilai J sebesar 2,55

### 9. Drainage Coefficient (Cd)

Besarnya drainage coefficient disini dinilai dari kualitas drainase tersebut serta faktor kemiringan dari kondisi drainase. Pada Proyek Perencanaan jalan tol Mojokerto – Kertosono ini diasumsikan kondisi sistem drainase baik dan direncanakan kemiringan dari kondisi drainase sebesar 1%-5%.

Maka diambil nilai drainage coefficient sebesar 1.15 (Tabel 2.56)

Tabel 5. 22. Rekapitulasi Parameter desain

No	Parameter	Parameter Desain
1	Umur rencana	30 Tahun
2	Gandar Tunggal Standar Kumulatif ( $W_{t18}$ )	164548488.3 buah
3	Tingkat Reability (R)	90%
4	Standar Normal Deviation ( $Z_R$ )	-1,282
3	Satandar Deviation ( $S_o$ )	0,35
4	Initial Serviceability ( $P_o$ )	4,5
5	Terminal Serviceability ( $P_t$ ).	2,5
6	Total Loss of serviability	2

No	Parameter	Parameter Desain
	( PSI = P <sub>o</sub> - P <sub>l</sub> )	
7	CBR	46%
8	Modulus Reaksi Tanah Dasar (k)	463 psi
9	Kuat Tekan Beton (fc')	4815 psi
10	Modulus elastisitas beton (E <sub>C</sub> )	3955345 psi
11	Fleural Strength (Sc')	640 psi
13	Load Transfer Coefficient (J)	2,55
14	Drainage Coefficient (C <sub>d</sub> )	1,15

Sumber : Hasil Perhitungan

### 10. Perhitungan tebal Plat Beton

Setelah semua parameter diketahui maka akan dapat menghitung tebal perkerasan. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut :

$$\log_{10} W_{18} = Z_a \times S_a + 7,35 \times \log(D+1) - 0,06 + \frac{\log\left(\frac{4,5 - 1,5}{4,5 - 1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 \times 10^5}{(D+1)^{4,75}}} + (4,22 - 0,32 \times P_1) \times \log\left(\frac{S_a \times C_d (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times \left[10^{0,75} \frac{18,42}{(R^{0,25})}\right]}\right)$$

$$8216 = Z_a \times S_a + 7,35 \times \log(D+1) - 0,06 + \frac{\log\left(\frac{4,5 - 1,5}{4,5 - 1,5}\right)}{1 + \frac{1,624 \times 10^5}{(D+1)^{4,75}}} + (4,22 - 0,32 \times 2,5) \times \log\left(\frac{640 \times 1,15 (D^{0,75} - 1,132)}{215,63 \times \left[10^{0,75} \frac{18,42}{(R^{0,25})}\right]}\right)$$

Tabel 5. 23. Rekapitulasi Perencanaan Plat beton dengan Metode AASHTO 1993

Tebal Plat Beton (cm)	Tebal Plat Beton (inci)	Beban Gandar Kumulatif	Tebal plat	Cek Keamanan
28	11,03	8,208	8,110	Tidak Aman
30	11,82	8,208	8,291	Aman
32	12,61	8,208	8,462	Aman

Sumber : Hasil Perhitungan

) Maka dapat disimpulkan dari hasil diatas bahwa

$$8,216 < 2,291 = \text{Aman}$$

) Maka dapat direncanakan dengan **tebal plat 30 cm.**

#### 5.4 Perbandingna Perencanaan Perkerasan Jalan Beton antara Metode SNI Pd-T-14-2003 dan ASSHTO 1993

Perencanaan jalan beton memilik beberapa cara penghitungan untuk menentukan plat beton yang akan digunakan. Pada tugas ini, analisa perencanaan perkerasan jalan beton dengan metode ASSHTO 1993 dan SNI Pd-T-14-2003. Berdasarkan penghitungan yang telah dilakukan, berikut analisa perbedaan dari kedua metode tersebut :

Tabel 5. 24. Perbandingan Perencanaan Perkerasan Jalan Beton Antar Metode ASSHTO 1993 dan SNI Pd-T-14-2003

Metode ASSHTO 1993	Metode Pd-T-14-2003
<b>Berdasarkan Data-Data yang Dibutuhkan</b>	



Metode ASSHTO 1993	Metode Pd-T-14-2003
1. Membutuhkan CBR Tanah Dasar. 2. Membutuhkan Modulus Elastisitas Beton	1. Membutuhkan CBR Tanah Dasar Effektif. 2. Membutuhkan Kuat Tarik Lentur Beton.
Berdasarkan Hitungan Lalu Lintas Rencana Jika Dilakukan Penjabaran Sebagai Berikut	
1. $D_d \times D_L \times LHR \times e \times 365 \times \frac{(1+g)^n - 1}{g}$ 2. Berdasarkan rumus empiris diatas, metode ini faktor lajur, arah dan ekivalensi sumbu memiliki nilai yang berbeda pada setiap kategorinya.	1. $LHR \times \text{Jumlah Sumbu} \times 365 \times \frac{(1+i)^n - 1}{i} \times C$ 2. Berdasarkan rumus empiris di atas, metode ini faktor lajur, arah dan jumlah sumbu mempunyai satu nilai.
Berdasarkan Spesifikasi Jenis Kendaraan	
Metode ini tidak memperhatikan jenis kendaraan saat penghitungan tebal perkerasan akan tetapi memiliki satu nilai sebagai nilai kumulatif dari jenis jenis kendaraan tersebut, nilai tersebut ialah <b>ESAL</b>	Metode ini memiliki spesifikasi jenis kendaraan saat penghitungan tebal perkerasan yaitu <b>STRT, STRG, STdRG</b> . Dan dilakukan analisa setiap jenis kendaraan tersebut.
Berdasarkan Parameter Desain Tebal Perkerasan	
Metode ini mempunyai	Metode ini parameter desain

Metode ASSHTO 1993	Metode Pd-T-14-2003
beberapa parameter desain untuk menghitung tebal perkerasan yaitu : <b><i>Reability dan Serviceability</i></b>	dalam penghitungan tebal perkerasan jalan <b>yaitu CBR Tanah Effektif.</b>
<b>Berdasarkan Tingkat Kepercayaan Perencanaan</b>	
Menggunakan Tingkat Reabilitas (%)	Menggunakan $F_{KB}$ (Faktor Keamanan Beban )
<b>Berdasarkan Analisa Penerimaan Desain</b>	
Dalam analisa penerimaan desain pada metode ini yaitu <b>Log <math>W_{18}</math> Hasil pehitungan</b>	<p>Dalam analisa penerimaan desain pada metode ini memiliki 2 analisa yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li><b>1. Analisa Fatik</b> Analisa fatik adalah analisa kekuatan/kelenturan plat beton dalam menerima beban repetisi dari kendaraan dari awal tahun rencana hingga akhir umur rencana</li> <li><b>2. Analisa Erosi</b> Analisa erosi adalah proses analisa ausan/durability dari plat beton dalam menerima beban repetisi dari awal tahun rencana hingga akhir umur rencana</li> </ol>
<b>Berdasarkan Fator Kondisi Drainase</b>	
Diperhitungkan, disimbolkan pada $C_d$ ( <i>Coefficient Drainage</i> )	Tidak diperhitungkan

Metode ASSHTO 1993	Metode Pd-T-14-2003
<b>Berdasarkan Penggunaan Cbr Tanah Untuk Penghitungan Tebal Perkerasan</b>	
Nilai CBR Tanah digunakan sebagai indikator menentukan nilai K (modulus reaksi tanah dasar)	CBR Tanah sebagai indikator menentukan nilai tegangan ekuivalensi dan faktor erosi.
<p><b><u>KESIMPULAN :</u></b>  Berdasarkan analisa diatas, metode AASTHO1993 dalam penghitungannya menggunakan nilai kumulatif sehingga memperoleh tebal perkerasan. Sedangkan SNI Pd-T-14-2003 dalam penghitungannya menganalisa setiap jenis kendaraan dan dikumulatikan sebagai syarat penerimaan desain.</p>	

## 5.5 Perencanaan Sambungan Perkerasan

Setelah mendapatkan dimensi plat beton, selanjutnya dapat dihitung sambungan dan tulangan perkerasan beton bersambung dengan tulangan dengan dimensi plat beton :

- ) Jenis Perkerasan : Beton bersambung Tanpa Tulangan (BBTT)
- ) Tebal Plat : 29 cm
- ) Lebar Plat :  $(3 \times 3.6 \text{ m}) + 3 \text{ m}$
- ) Panjang Plat : 4.5 m

### 5.5.1 Sambungan Susut Melintang (*Constraction Joint*)

Sambungan melintang beton bersambung tanpa tulangan (BBTT) dipasang setiap 4,5 m menggunakan ruji. Diameter ruji didapat dari tabel 2.33 Untuk tebal plat 29 cm didapat ukuran dan jarak ruji sebagai berikut :

- ) Diameter Dowel (Ruji) : 36 mm (Polos)
- ) Panjang Dowel (Ruji) : 450 mm
- ) Jarak Dowel (Ruji) : 300 mm

### 5.5.2 Sambungan Memanjang Menggunakan Batang Pengikat Tie Bar (Construction Joint)

Pemasangan sambungan memanjang ditunjukkan untuk mengendalikan terjadinya retak memanjang. Perhitungan sambungan memanjang adalah sebagai berikut :

$$A_t = 204 \times h \times b$$

Dimana

- $A_t$  = Luas penampang tulangan per meter panjang sambungan ( $\text{mm}^2/\text{m}$ )  
 $h$  = Tebal plat (m)  
 $b$  = Jarak terkecil anatar sambungan atau jarak sambungan dengan tepi perkerasan (m)

Maka

$$\begin{aligned} A_t &= 204 \times b \times h \\ &= 204 \times 3,6 \text{ m} \times 0,29 \text{ m} \\ &= 212,98 \text{ mm}^2/\text{m} \end{aligned}$$

**Dicoba diameter Tiebar dengan :**

- Diameter Tiebar : 16 mm  
 Jarak Tiebar : 750 mm

$$\begin{aligned} A &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times d^2 \times l}{j} \\ &= \frac{\frac{1}{4} \times \pi \times 16^2 \times 1}{7} \end{aligned}$$

$$= 268,083 \text{ mm}^2/\text{m}$$

$$A > A_t = 268,083 \text{ mm}^2/\text{m} > 212,98 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Maka

Digunakan diameter tiebar D-16 mm dengan jarak 75 cm

$$l = (38,3 \times d) + 75$$

Dimana :

$$l = \text{Panjang batang pengikat /tiebar (mm)}$$

Maka

$$\begin{aligned} l &= (38,3 \times d) + 75 \\ l &= (38,3 \times 16) + 75 \\ &= 687,8 \text{ mm} \end{aligned}$$

= 68,78 cm diambil panjang 70 cm

**Kesimpulan dari sambungan pelaksanaan memanjang.  
Dipasang tulangan baja ulir D-16 mm BJTU-24 dengan  
panjang 70 cm dan jarak 75 cm.**

## 5.6 Perencanaan Saluran Tepi dan Tengah (*Drainase*)

Perencanaan saluran tepi dan tengah di jalan tol ruas Mojokerto- Kertosono didasarkan pada data curah hujan 10 tahun mulai dari tahun 2003-2012 pada stadion Gedeg Mojoketo. Dari tabel 4.5 maka akan didapat  $S_x$  (Standar Deviasi) sesuai persamaan 2.59 Besar curah hujan untuk periode ulang  $T$  sesuai persamaan dengan hasil dibawah ini.

$$\begin{aligned} S_x &= \sqrt{\frac{(X - \bar{X})^2}{n}} \\ &= \sqrt{\frac{1,5}{1}} \\ &= 13,5 \end{aligned}$$

Periode ulang  $T$  tahun untuk saluran tepi direncanakan 5 tahun dengan jumlah data curah hujan sebanyak 10 tahun (10 data) maka di dapat :

$$Y_T = 1,4999 \text{ (didapatdari tabel 2.57)}$$

$$Y_n = 0,5126 \text{ (didapatdari tabel 2.58)}$$

$$S_n = 1,0206 \text{ (didapatdari tabel 2.59)}$$

$$\begin{aligned} \overline{X_T} &= X + \frac{S_x}{S} (Y_T - Y_n) \\ &= 88,5 + \frac{1,5}{1,0} (1,4999 - 0,5126) \\ &= 101,560 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} I &= \frac{9\% \cdot X}{\frac{4}{(1,5)}} \\ &= \frac{9\% (1,5)}{\frac{4}{1}} \\ &= 22,851 \text{ mm/jam} \end{aligned}$$

### 5.6.1 Perencanaan Saluran Tepi

Penentuan arah aliran ditentukan sesuai dengan kelandaian jalan yang ada serta titik pembuangan air. Data-data perencanaan sebagai berikut :

Tabel 5. 25. Data Perencanaan Saluran Tepi

No	Bagian	Kode	Keterangan	nd	s	C	V ijin (m/s)	Koef. Manni ng(n)
1	Bahu dalam	1	Beton	0,0 13	0,0 2	0,7	1,5	0,020
2	Badan jalan	2	Beton	0,0 13	0,0 2	0,7	1,5	0,020
3	Bahu luar	3	Aspal	0,0 13	0,0 4	0,7	1,5	0,020
4	Timbunan	4	Tanah kasar berumput	0,2	0,5	0,2	1,5	0,020
5	Area luar	5	Ladang/persawahan	0,4	0,0 6	0,4 5	1,5	0,020

Sumber : Perhitungan

Dibawah ini adalah langkah – langkah yang harus dilakukan ketika melakukan perencanaan dimensi saluran tepi :

Catatan :

- ) Kode (a) = saluran tepi (drainase) sebelah kiri
- ) Kode (b) = Saluran tepi (drainase) sebelah kanan

**Perhitungan Saluran Tepi Pada STA 8+000 - 8+396**  
**(Sebelah Kanan)**

**a. Menentukan Waktu Kosentrasi ( $t_c$ )**

Waktu kosentrasi merupakan waktu paling jauh yang dibutuhkan air untuk mencapai saluran drainase (inlettime) dari titik terjauh yang terletak didaerah pengaliran.

) Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran merupakan daerah yang dialiri oleh air sebelum masuk ke saluran drainase

$L_1$  = 1,5 m (bahu dalam jalan)

$L_2$	= 10,8 m	(perkerasan jalan)
$L_3$	= 3 m	(bahu luar jalan)
$L_4$	= 6,56 m	(daerah timbunan)

) Hubungan kondisi permukaan dengan kondiasi hambatan (nd)

Berdasarkan tabel 2.60, maka dapat ditentukan nilai nd sebagai berikut :

nd bahu dalam	= 0,013 (jalan beton)
nd badan jalan	= 0,013 (jalan beton)
nd bahu luar	= 0,013 (jalan aspal)
nd timbunan	= 0,20 (tanah kasar berumput)
nd area luar	= 0,40 (ladang dan perumahan)

) kemiringan daerah pengaliran (s)

Bahu dalam	= 2%
Badan jalan	= 2%
Bahu luar	= 4%
Timbunan	= 50%
Area luar	= 6%

) kecepatan aliran yang diijinkan

berdasarkan jenis materialnya yaitu pasangan batu kali, maka dapat dilihat pada tabel 2.61 kecepatan yang diijinkan adalah **0,6 m/detik – 1,8 m/detik.**

) Tahapan perhitungan  $t_c$  adalah sebagai berikut  
Penentuan inlet time ( $t_1$ )

$$\begin{aligned}
 t_{\text{bahu dalam}} &= \left( \frac{L}{S} \times 3,28 \times L_v \times \frac{n}{S} \right)^{0,1} \\
 &= \left( \frac{L}{S} \times 3,28 \times 1,5 \times \frac{0,0}{0,0} \right)^{0,1} \\
 &= 0,82 \text{ menit} \\
 T_{\text{badan jalan}} &= \left( \frac{L}{S} \times 3,28 \times 10,8 \times \frac{n}{S} \right)^{0,1} \\
 &= \left( \frac{L}{S} \times 3,28 \times L_v \times \frac{0,0}{0,0} \right)^{0,1} \\
 &= 1,14 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 T \text{ bahu luar} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_U \times \frac{n}{s} \right)^{0,1} \\
 &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 3 \times \frac{0,0}{0,0} \right)^{0,1} \\
 &= 0,87 \text{ menit} \\
 T \text{ timbunan} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_U \times \frac{n}{s} \right)^{0,1} \\
 &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_U \times \frac{0,2}{0,5} \right)^{0,1} \\
 &= 1,26 \text{ menit} \\
 T \text{ area luar} &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times L_U \times \frac{n}{s} \right)^{0,1} \\
 &= \left( \frac{2}{3} \times 3,28 \times 10 \times \frac{0,4}{0,0} \right)^{0,1} \\
 &= 1,82 \text{ menit}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah } t_t &= 0,82 + 1,1 + 0,87 + 1,26 + 1,82 \\
 &= \mathbf{5,90 \text{ menit}}
 \end{aligned}$$

) Penentuan flow time ( $t_2$ )

$$\begin{aligned}
 t_2 &= \frac{L}{V} \times V \\
 &= \frac{3}{6} \times 1,5 \\
 &= \mathbf{4,40 \text{ menit}}
 \end{aligned}$$

) Waktu konsentrasi

$$\begin{aligned}
 t_c &= t_1 + t_2 \\
 &= 5,90 + 4,40 \\
 &= \mathbf{10,30 \text{ menit}}
 \end{aligned}$$

**b. Menentukan intensitas hujan (I)**

Dari hasil  $t_c$  dalam satuan menit yang diplotkan pada kurva basis maka didapatkan nilai I rencana sebesar 160 mm/jam

**c. Menentukan luas daerah pengaliran (A)**

$$\begin{aligned}
 A_1 \text{ (bahu dalam)} &= 1,5 \text{ m} \times 396 \text{ m} \\
 &= 594 \text{ m}^2 \\
 A_2 \text{ (perkerasan)} &= 10,8 \text{ m} \times 396 \text{ m} \\
 &= 4276,8 \text{ m}^2 \\
 A_3 \text{ (bahu luar)} &= 3 \text{ m} \times 396 \text{ m}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned}
 &= 1188 \text{ m}^2 \\
 A_4 \text{ (timbunan)} &= 6,56 \text{ m} \times 396 \text{ m} \\
 &= 2506,08 \text{ m}^2 \\
 A_5 \text{ (area luar)} &= 100 \text{ m} \times 396 \text{ m} \\
 &= 3960 \text{ m}^2 \\
 \text{Total A} &= 48165,5 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

**d. Menentukan Koefisien Pengaliran (C)**

Berdasarkan tabel 2.62 hubungan antara kondisi permukaan tanah dan koefisien pengaliran, maka didapat :

$$\begin{aligned}
 C_1 \text{ (bahu dalam)} &= 0,7 \\
 C_2 \text{ (perkerasan)} &= 0,7 \\
 C_3 \text{ (bahu luar)} &= 0,7 \\
 C_4 \text{ (timbunan)} &= 0,2 \\
 C_5 \text{ (area luar)} &= 0,4
 \end{aligned}$$

**Perhitungan  $C_{\text{gabungan}}$  :**

$$\begin{aligned}
 C &= \frac{(0,7 \times 5) + (0,7 \times 4,2) + (0,7 \times 1) + (0,2 \times 2,0) + (0,4 \times 3)}{5 + 4,2 + 1 + 2 + 3} \\
 &= 0,427
 \end{aligned}$$

**e. Menentukan debit air (Q)**

$$\begin{aligned}
 A &= 12524,88 \text{ m}^2 = 0,0125 \text{ km}^2 \\
 I &= 160 \text{ mm/jam} \\
 C &= 0,505 \\
 Q &= \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A \\
 &= \frac{1}{3,6} \times 0,427 \times 160 \times 0,0482 \\
 &= 0,915 \text{ m}^3/\text{detik}
 \end{aligned}$$

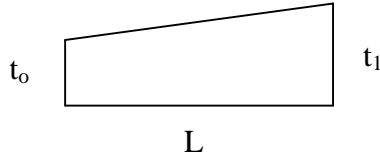
**f. Menentukan Kemiringan saluran (i)**

Untuk mengetahui arah aliran air pada saluran maka harus ditentukan kemiringan saluran. Kemiringan saluran ditentukan oleh prosentase dari perbandingan antara tinggi elevasi dengan panjang saluran.

) Kemiringan Lapangan menggunakan perbedaan elevasi lapangan

$$\begin{aligned}
 t_o &= 22,683 \\
 t_1 &= 22,582
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 i &= \frac{i_0 - i_1}{L} \times 100\% \\
 i &= \frac{2,2 - 1,6}{3} \times 100\% \\
 &= 0,157 \%
 \end{aligned}$$



- ) Kemiringan Lapangan rencana  
Kemiringan selokan direncanakan **0.250%**

**g. Menentukan Dimensi Saluran**

**Saluran Bentuk Segi Empat**

Perencanaan dimensi saluran tepi dimulai dengan penentuan bahan yang digunakan sebagai saluran. Saluran direncanakan menggunakan pasangan batu kali dengan ketentuan sebagai berikut :

- ) Kecepatan aliran yang diijinkan = 1.5 m/detik  
 ) Betuk penampang = kotak(segi empat)  
 ) Angka manning = 0.02

Istilah yang digunakan pada perencanaan dimensi saluran adalah :

- b = lebar bawah saluran  
 d = tinggi air pada saluran  
 F = luas penampang basah  
 P = keliling penampang asah  
 m = kemiringan talud  
 n = perbandingan talud (b/d)  
 Q = bedit kapasitas  
 V = kecepatan air  
 H = tinggi penampang  
 w = tinggi jagaan  
 R = jari-jari hidrolis

$$Q = V \times A$$

$$0,915 = \left( \frac{1}{n} \times R^{\frac{4}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \right) \times d^2$$

$$0,915 = \left( \frac{1}{n} \times \frac{1}{3} d^{\frac{4}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \right) \times d^2$$

$$0,915 = \frac{1}{n} \times d^{\frac{10}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

$$d = \left( \frac{Q \times n \times i^{\frac{1}{2}}}{R^{\frac{4}{3}}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$d = \left( \frac{0,2 \times 0,0 \times 3^{\frac{4}{3}}}{0,5\%} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$d = 0,8 \text{ m}$$

$$d = 0,8 \text{ m (untuk memudahkan pengerjaan)}$$

tinggi air pada saluran (d) direncanakan sebesar 0.8 m

$$b = 2d$$

$$b = 0,8 \text{ m} \times 2$$

$$= 1,6 \text{ m}$$

$$w = \sqrt{\frac{1}{2} \times b}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{2} \times 0,8 \text{ m}}$$

$$= 0,6 \text{ m}$$

$$h = d + w$$

$$= 0,8 \text{ m} + 0,6 \text{ m}$$

$$= 1,4 \text{ m}$$

$$R = \frac{d}{2}$$

$$= \frac{0,8 \text{ m}}{2}$$

$$= 0,4 \text{ m}$$

#### h. Kontrol pada saluran tepi

) Kontrol kemiringan

$$i \text{ lapangan} = 0,157 \%$$

$$I \text{ perhitungan} = 0,250\%$$

**Syarat :**

i lapangan

**0,1 %**

i perhitungan

**0,250% (OK)**

) Kontrol kecepatan aliran

$$\begin{aligned}
 V &= \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2} \\
 &= \frac{1}{0,0} \times 0,40^{2/3} \times 0,250^{1/2} \\
 &= \mathbf{1,36 \text{ m/detik}}
 \end{aligned}$$

**Syarat:**

V aliran V ijin

**1,36 m/detik 1,5 m/detik (OK)**

Dari kontrol yang dilakukan dapat disimpulkan saluran tidak membutuhkan pematah arus. Untuk perhitungan rekapitulasi drainase disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi.

Tabel 5. 26. Data Perencanaan Saluran Tepi

Bagian	Kode	Keterangan	nd	S	C	Vijin (m/s)	Koef Manning (n)
Bahu dalam	1	Beton	0.013	0.02	0.7	1.5	0.02
Badan jalan	2	Beton	0.013	0.02	0.7		0.02
Bahu luar	3	Aspal	0.013	0.04	0.7		0.02
Timbunan	4	Tanah kasar berumput	0.2	0.5	0.2		0.02
Area Luar	5	Ladang	0.4	0.06	0.4 5		0.02

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 27. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Kosentrasi

No	STA		L		nd	s	L	t1	t2	tc
1	STA 8+000- 8+396	a	396	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	4,40	10,30
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		

No	STA		L		nd	s	L	t1	t2	tc
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	6,56	1,26		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
2	STA 8+000 - 8+396	b	396	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	4,40	10,36
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	8,67	1,32		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
3	STA8+396 - 8+576	a	180	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	2,00	7,90
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	6,53	1,26		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
4	STA8+396 - 8+576	b	180	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	2,00	7,97
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	8,78	1,33		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
5	STA 8+576 - 8+800	a	224	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	2,49	8,36
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	5,68	1,23		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
6	STA 8+576 -	b	224	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	2,49	8,42

No	STA		L		nd	s	L	t1	t2	tc
	8+800			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	7,58	1,29		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
7	STA 8+800 - 9+282	a	482	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	5,36	11,25
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	6,34	1,26		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
8	STA 8+800 - 9+282	b	482	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	5,36	11,27
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	7,01	1,28		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
9	STA 9+282 - 9+456	a	174	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	1,93	7,80
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	5,58	1,23		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
10	STA 9+282 - 9+456	b	174	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	1,93	7,80
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	5,59	1,23		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		

No	STA		L		nd	s	L	t1	t2	tc
11	STA 9+456 - 9+686	a	230	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	2,56	8,41
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	5,22	1,22		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
12	STA 9+456 - 9+686	b	230	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	2,56	8,41
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	5,10	1,21		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
13	STA 9+686 - 9+984	a	298	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	3,31	9,20
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	6,02	1,25		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
14	STA 9+686 - 9+984	b	298	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	3,31	9,15
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	4,67	1,19		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
15	STA 9+984 - 10+185	a	201	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	2,23	8,11
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	5,66	1,23		

No	STA		L		nd	s	L	t1	t2	tc
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
16	STA 9+984 - 10+185	b	201	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	2,23	8,03
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	3,93	1,16		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
17	STA 10+185 - 10+825	a	640	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	7,11	12,98
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	5,53	1,23		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
18	STA 10+185 - 10+825	b	640	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	7,11	12,95
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	4,78	1,20		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
19	STA 10+825 - 11+000	a	175	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	1,94	7,83
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		
				timbunan	0,2	50%	5,93	1,24		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		
20	STA 10+825 - 11+000	b	175	bahu dalam	0,013	2%	1,5	0,82	1,94	7,84
				badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
				bahu luar	0,013	4%	3	0,87		



No	STA		L		nd	s	L	t1	t2	tc
				timbunan	0,2	50%	6,31	1,26		
				area luar	0,4	6%	10	1,82		

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 28. Rekapitulasi Perhitungan Debit Saluran Tepi

No	STA		L	Bahu dalam 1		perkerasan 2		bahu luar 3		timbunan 4		area luar 5		C Total	I rencana	Q
				koef	A	koef	A	koef	A	koef	A	koef	A			
1	STA 8+000-8+396	a	396	0,7	594,0	0,7	4276,8	0,7	1188	0,2	2506,68	0,4	3960	0,5	160	0,281
2	STA 8+000 - 8+396	b	396	0,7	594,0	0,7	4276,8	0,7	1188	0,2	2506,68	0,4	3960	0,5	160	0,281
3	STA8+396 - 8+576	a	180	0,7	270,0	0,7	1944	0,7	540	0,2	1139,4	0,4	1800	0,5	165	0,132
4	STA8+396 - 8+576	b	180	0,7	270,0	0,7	1944	0,7	540	0,2	1139,4	0,4	1800	0,5	165	0,132
5	STA 8+576 - 8+800	a	224	0,7	336,0	0,7	2419,2	0,7	672	0,2	1417,92	0,4	2240	0,5	166	0,165
6	STA 8+576 - 8+800	b	224	0,7	336,0	0,7	2419,2	0,7	672	0,2	1417,92	0,4	2240	0,5	166	0,165
7	STA 8+800 - 9+282	a	482	0,7	723,0	0,7	5205,6	0,7	1446	0,2	3051,06	0,4	4820	0,5	155	0,332
8	STA	b	482	0,7	723,0	0,7	5205,6	0,7	1446	0,2	3051,06	0,4	4820	0,5	155	0,332

No	STA		L	Bahu dalam 1		perkerasan 2		bahu luar 3		timbunan 4		area luar 5		C Total	I rencana	Q
				koef	A	koef	A	koef	A	koef	A	koef	A			
	8+800 - 9+282															
9	STA 9+282 - 9+456	a	174	0,7	261,0	0,7	1879,2	0,7	522	0,2	1101,42	0,4	0	0,5	165	0,096
10	STA 9+282 - 9+456	b	174	0,7	261,0	0,7	1879,2	0,7	522	0,2	1101,42	0,4	1740	0,5	165	0,127
11	STA 9+456 - 9+686	a	230	0,7	345,0	0,7	2484	0,7	690	0,2	1455,9	0,4	2300	0,5	166	0,169
12	STA 9+456 - 9+686	b	230	0,7	345,0	0,7	2484	0,7	690	0,2	1455,9	0,4	0	0,5	166	0,127
13	STA 9+686 - 9+984	a	298	0,7	447,0	0,7	3218,4	0,7	894	0,2	1886,34	0,4	0	0,5	167	0,166
14	STA 9+686 - 9+984	b	298	0,7	447,0	0,7	3218,4	0,7	894	0,2	1886,34	0,4	0	0,5	167	0,166
15	STA	a	201	0,7	301,5	0,7	2170,8	0,7	603	0,2	1272,33	0,4	2010	0,5	160	0,143

No	STA		L	Bahu dalam 1		perkerasan 2		bahu luar 3		timbunan 4		area luar 5		C Total	I rencana	Q
				koef	A	koef	A	koef	A	koef	A	koef	A			
	9+984 - 10+185															
16	STA 9+984 - 10+185	b	201	0,7	301,5	0,7	2170,8	0,7	603	0,2	1272,33	0,4	2010	0,5	160	0,143
17	STA 10+185 - 10+825	a	640	0,7	960,0	0,7	6912	0,7	1920	0,2	4051,2	0,4	6400	0,5	148	0,420
18	STA 10+185 - 10+825	b	640	0,7	960,0	0,7	6912	0,7	1920	0,2	4051,2	0,4	6400	0,5	148	0,420
19	STA 10+825 - 11+000	a	175	0,7	262,5	0,7	1890	0,7	525	0,2	1107,75	0,4	1750	0,5	165	0,128
20	STA 10+825 - 11+000	b	175	0,7	262,5	0,7	1890	0,7	525	0,2	1107,75	0,4	1750	0,5	165	0,128

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 29. Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Tepi

No	STA		b	D	w	H	R
1	STA 8+000 - 8+396	a	1.6	0,80	0,60	1,40	0,40
2	STA 8+000 - 8+396	b	1.6	0,80	0,60	1,40	0,40
3	STA8+396 - 8+576	a	1.4	0,70	0,60	1,30	0,34
4	STA8+396 - 8+576	b	1.4	0,70	0,60	1,30	0,34
5	STA 8+576 - 8+800	a	1.5	0,70	0,60	1,35	0,37
6	STA 8+576 - 8+800	b	1.5	0,70	0,60	1,35	0,37
7	STA 8+800 - 9+282	a	1.6	0,80	0,60	1,40	0,40
8	STA 8+800 - 9+282	b	1.6	0,80	0,60	1,40	0,40
9	STA 9+282 - 9+456	a	0.8	0,40	0,40	0.8	0,19
10	STA 9+282 - 9+456	b	1.3	0,70	0,60	1,30	0,34
11	STA 9+456 - 9+686	a	1.5	0,70	0,60	1,36	0,37
12	STA 9+456 - 9+686	b	0.9	0,40	0,50	1,89	0,22
13	STA 9+686 - 9+984	a	1.6	0,80	0,60	1,40	0,40
14	STA 9+686 - 9+984	b	0.6	0,80	0,60	1,40	0,40
15	STA 9+984 - 10+185	a	1.4	0,70	0,60	1,30	0,35
16	STA 9+984 - 10+185	b	1.4	0,70	0,60	1,30	0,35

No	STA		b	D	w	H	R
17	STA 10+185 - 10+825	a	1.6	0,80	0,60	1,40	0,40
18	STA 10+185 - 10+825	b	1.6	0,80	0,60	1,40	0,40
19	STA 10+825 - 11+000	a	1.3	0,60	0,60	1,20	0,32
20	STA 10+825 - 11+000	b	1.2	0,60	0,60	1,20	0,31

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 30. Kontrol Saluran Tepi

No	STA	to	t1	i saluran	i rencana	kontrol i	V	kontrol V
1	STA 8+000 - 8+396	23,683	22,582	0,157	0,250	OK	1,36	OK
2	STA 8+000 - 8+396	23,683	22,582	0,157	0,250	OK	1,36	OK
3	STA8+396 - 8+576	23,683	23,310	0,075	0,250	OK	1,22	OK
4	STA8+396 - 8+576	23,683	23,310	0,075	0,250	OK	1,22	OK
5	STA 8+576 - 8+800	23,817	23,310	0,078	0,250	OK	1,29	OK
6	STA 8+576 - 8+800	23,817	23,310	0,078	0,250	OK	1,29	OK
7	STA 8+800 - 9+282	23,817	22,551	0,071	0,250	OK	1,41	OK

No	STA	to	t1	i saluran	i rencana	kontrol i	V	kontrol V
8	STA 8+800 - 9+282	23,817	22,551	0,071	0,250	OK	1,41	OK
9	STA 9+282 - 9+456	22,893	22,551	0,052	0,250	OK	0,84	OK
10	STA 9+282 - 9+456	22,893	22,551	0,052	0,250	OK	1.21	OK
11	STA 9+456 - 9+686	22,893	22,382	0,035	0,250	OK	1.30	OK
12	STA 9+456 - 9+686	22,893	22,382	0,035	0,250	OK	0,90	OK
13	STA 9+686 - 9+984	23,096	22,382	0,151	0,250	OK	1,36	OK
14	STA 9+686 -	23,096	22,382	0,151	0,250	OK	1,36	OK



No	STA	to	t1	i saluran	i rencana	kontrol i	V	kontrol V
	9+984							
15	STA 9+984 - 10+185	23,096	22,673	0,095	0,250	OK	1,24	OK
16	STA 9+984 - 10+185	23,096	22,673	0,095	0,250	OK	1,24	OK
17	STA 10+185 - 10+825	24,414	22,673	0,063	0,250	OK	1,36	OK
18	STA 10+185 - 10+825	24,414	22,673	0,063	0,250	OK	1,36	OK
19	STA 10+825 - 11+000	24,504	23,909	0,108	0,250	OK	1,21	OK
20	STA 10+825 - 11+000	24,504	23,909	1.562	0,250	OK	1,21	OK

Sumber : Hasil Perhitungan

### 5.6.2 Perencanaan Saluran Tengah (*Drainase*)

Saluran tengah adalah saluran drainase yang berada diantara 2 jalur jalan dan terletak di bawah MBC (median Concrete Barrier)

#### Perhitungan Saluran Tengah Pada STA 8+000 - 8+396

##### a. Menentukan Waktu Kosentrasi ( $t_c$ )

Waktu kosentrasi merupakan waktu paling jauh yang dibutuhkan air untuk mencapai saluran drainase (inlettime) dari titik terjauh yang terletak didaerah pengaliran.

) Daerah Pengaliran

Daerah pengaliran merupakan daerah yang dialiri oleh air sebelum masuk ke saluran drainase

$L_1 = 1,5 \text{ m}$  (bahu dalam jalan)

$L_2 = 10,8 \text{ m}$  (perkerasan jalan)

) Hubungan kondisi permukaan dengan kondisi hambatan (nd) nd bahu dalam = 0,013 (jalan beton)  
nd badan jalan = 0,013 (jalan beton)

) Kemiringan daerah pengaliran (s)

Bahu dalam = 2%

Badan jalan = 2%

) Kecepatan aliran yang diijinkan

berdasarkan jenis materialnya yaitu pasangan batu kali, maka dapat dilihat pada tabel 2.61 kecepatan yang diijinkan adalah 0,6 m/detik – 1,8 m/detik.

##### b. Menentukan Intensitas Hujan (I)

Dari hasil  $t_c$  dalam satuan menit yang diplotkan pada kurva basis maka didapatkan nilai I rencana sebesar 22, 851 mm/jam

##### c. Menentukan Luas Daerah Pengaliran (A)

$A_1$  (bahu dalam) =  $1,5 \text{ m} \times 396 \text{ m} = 594 \text{ m}^2$

$A_2$ (perkerasan) =  $10,8 \text{ m} \times 396 \text{ m} = 4276,8 \text{ m}^2$

##### d. Menentukan Koefisien Pengaliran (C)

$C_1$  (bahu dalam) = 0,7

$C_2$ (perkerasan) = 0,7

**Perhitungan  $C_{gabungan}$  :**

$$C = \frac{(0,7 \times 5) + (0,7 \times 4,8)}{5 + 4,8} = 0,70$$

**e. Menentukan Debit Air (Q)**

$$A = 4870,8 \text{ m}^2 = 0,00487 \text{ km}^2$$

$$I = 175 \text{ mm/jam}$$

$$C = 0,7$$

$$Q = \frac{1}{3,6} \times C \times I \times A$$

$$= \frac{1}{3,6} \times 0,7 \times 175 \times 0,00487$$

$$= 0,17 \text{ m}^3/\text{detik}$$

**f. Menentukan Kemiringan Saluran (i)**

Untuk mengetahui arah aliran air pada saluran maka harus ditentukan kemiringan saluran. Kemiringan saluran ditentukan oleh prosentase dari perbandingan antara tinggi elevasi dengan panjang saluran.

) Kemiringan Lapangan menggunakan perbedaan elevasi lapangan

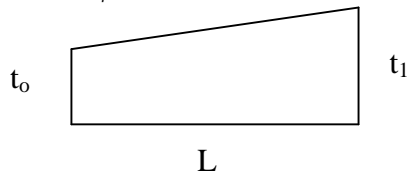
$$t_0 = 22,683$$

$$t_1 = 22,582$$

$$i = \frac{t_0 - t_1}{L} \times 100\%$$

$$i = \frac{22,683 - 22,582}{3} \times 100\%$$

$$= 0,2 \%$$



) Kemiringan Lapangan rencana

Kemiringan selokan direncanakan sesuai dengan I perhitungan

$$I = \left( \frac{V \times n}{R^{2/3}} \right)^2 \times 100\%$$

$$= \left( \frac{1,5 \times 1,0}{0,2 \times \frac{2}{3}} \right)^2 \times 100\%$$

$$= 0,534\%$$

**g. Menentukan Dimensi Saluran**

**Saluran Bentuk Segi empat**

Perencanaan dimensi saluran tepi dimulai dengan penentuan bahan yang digunakan sebagai saluran. Saluran direncanakan menggunakan pasangan pasangan batu kali dengan ketentuan sebagai berikut :

- ) Kecepatan aliran yang diijinkan = 1.5 m/detik
- ) Bentuk penampang = kotak(segi empat)
- ) Angka manning = 0.02

Istilah yang digunakan pada perencanaan dimensi saluran adalah :

- b = lebar bawah saluran
- d = tinggi air pada saluran
- F = luas penampang basah
- P = keliling penampang asah
- m = kemiringan talud
- n = perbandingan talud (b/d)
- Q = bedit kapasitas
- V = kecepatan air
- H = tinggi penampang
- w = tinggi jagaan
- R = jari-jari hidrolis

$$Q = V \times A$$

$$0,17 = \left( \frac{1}{n} \times R^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \right) \times d^2$$

$$0,17 = \left( \frac{1}{n} \times \frac{1}{3} d^{\frac{2}{3}} \times i^{\frac{1}{2}} \right) \times d^2$$

$$0,17 = \frac{1}{n} \times \frac{1}{3} \times d^{\frac{8}{3}} \times i^{\frac{1}{2}}$$

$$d = \left( \frac{Q \times n \times 3^{\frac{3}{8}}}{i^{\frac{1}{4}}} \right)^{\frac{3}{5}}$$

$$d = \left( \frac{0.1 \times 0.0 \times 33}{0.5\% \times \frac{1}{2}} \right)^{\frac{1}{3}}$$

$$d = 0.41 \text{ m}$$

**d = 0.40 m (untuk memudahkan pengerjaan)**

tinggi air pada saluran (d) direncanakan sebesar 0.4 m

$$b = 2d$$

$$d = \frac{1}{2} b$$

$$= \frac{1}{2} \times 0.5 \text{ m}$$

$$= \mathbf{0.25 \text{ m}}$$

$$w = \sqrt{\frac{1}{2} \times d}$$

$$= \sqrt{\frac{1}{2} \times 0.25 \text{ m}}$$

$$= \mathbf{0.35 \text{ m}}$$

$$h = d + w$$

$$= 0.25 \text{ m} + 0.35 \text{ m}$$

$$= \mathbf{0.6 \text{ m}}$$

$$R = \frac{d}{2}$$

$$= \frac{0.2 \text{ m}}{2}$$

$$= \mathbf{0.125 \text{ m}}$$

#### h. Kontrol pada Saluran Tengah

) Kontrol kemiringan

$$i \text{ lapangan} = 0,278 \%$$

$$I \text{ perhitungan} = 0,534\%$$

**Syarat :**

i lapangan      i perhitungan

**0,2 %      0,534% (OK)**

) Kontrol kecepatan aliran

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,0} \times 0,263^{2/3} \times 0,534^{1/2}$$

$$= 1,50 \text{ m/detik}$$

**Syarat:**

$$0,1 \leq V \leq 3$$

$$0,1 \leq 1,50 \leq 3 \text{ (OK)}$$

$$V = \frac{1}{n} \times R^{2/3} \times i^{1/2}$$

$$= \frac{1}{0,0} \times 0,125^{2/3} \times 1,440^{1/2}$$

$$= 0,659 \text{ m/detik}$$

**Syarat:**

$$0,1 \leq V \leq 3$$

$$0,1 \leq 0,659 \leq 3 \text{ (OK)}$$

Dari kontrol yang dilakukan dapat disimpulkan saluran tidak membutuhkan pematah arus

Untuk perhitungan rekapitulasi drainase disajikan dalam bentuk tabel rekapitulasi.

Tabel 5. 31. Data Perencanaan Saluran Tengah

Bagian	Kode	Keterangan	nd	s	C	Vijin (m/s)	Koef Manning (n)
Bahu dalam	1	Beton	0.013	0.02	0.7	1.5	0.02
Badan jalan	2	Beton	0.013	0.02	0.7		0.02

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 32. Rekapitulasi Perhitungan Waktu Kosentrasi

No	STA	L		nd	s	L	t1	t2	tc
1	STA 8+000 - 8+396	396	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	4,4	6,36
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
2	STA8+396 - 8+576	180	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	2	3,96
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
3	STA 8+576 - 8+800	224	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	2,49	4,45
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
4	STA 8+800 - 9+282	482	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	5,36	7,31
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
5	STA 9+282 - 9+456	174	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	1,93	3,89
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
6	STA 9+456 - 9+686	230	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	2,56	4,51
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
7	STA 9+686 -	298	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	3,31	5,27
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		

No	STA	L		nd	s	L	t1	t2	tc
	9+984								
8	STA 9+984 - 10+185	201	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	2,23	4,19
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
9	STA 10+185 - 10+825	640	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	7,11	9,07
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		
10	STA 10+825 - 11+000	175	bahu jalan	0,013	2%	1,5	0,82	1,94	3,90
			badan jalan	0,013	2%	10,8	1,14		

Sumber : Hasil Perhitungan



Tabel 5. 33. Rekapitulasi Perhitungan Debit Saluran Tengah

No	STA	L	Bahu dalam 1		perkerasan 2		C Total	I rencana	Q
			koef	A	koef	A			
1	STA 8+000 - 8+396	396	0,7	594	0,7	4276,8	0,70	175	0,17
2	STA 8+396 - 8+576	180	0,7	270	0,7	1944,0	0,70	180	0,08
3	STA 8+576 - 8+800	224	0,7	336	0,7	2419,2	0,70	182	0,10
4	STA 8+800 - 9+282	482	0,7	723	0,7	5205,6	0,70	168	0,19
5	STA 9+282 - 9+456	174	0,7	261	0,7	1879,2	0,70	180	0,07
6	STA 9+456 - 9+686	230	0,7	345	0,7	2484,0	0,70	170	0,09
7	STA 9+686 - 9+984	298	0,7	447	0,7	3218,4	0,70	170	0,12
8	STA 9+984 - 10+185	201	0,7	301,5	0,7	2170,8	0,70	180	0,09
9	STA 10+185 - 10+825	640	0,7	960	0,7	6912,0	0,70	167	0,26
10	STA 10+825 - 11+000	175	0,7	262,5	0,7	1890,0	0,70	180	0,08

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 34. Rekapitulasi Perhitungan Dimensi Saluran Tengah

No	STA	b	d	w	H	R	to
1	STA 8+000 - 8+396	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	23,683
2	STA 8+396 - 8+576	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	23,683
3	STA 8+576 - 8+800	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	23,817
4	STA 8+800 - 9+282	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	23,817
5	STA 9+282 - 9+456	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	22,893
6	STA 9+456 - 9+686	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	22,893
7	STA 9+686 - 9+984	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	23,096
8	STA 9+984 - 10+185	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	23,096
9	STA 10+185 - 10+825	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	24,414
10	STA 10+825 - 11+000	0,5	0,25	0,35	0,60	0,125	24,504

Sumber : Hasil Perhitungan

Tabel 5. 35. Kontrol Saluran Tengah

No	STA	t1	i saluran	i hitungan	kontrol i	V	kontrol V
1	STA 8+000 - 8+396	22,582	0,278	1,440	OK	0,659	OK
2	STA 8+396 - 8+576	23,31	0,207	1,440	OK	0,569	OK
3	STA 8+576 - 8+800	23,31	0,226	1,440	OK	0,595	OK
4	STA 8+800 - 9+282	22,551	0,263	1,440	OK	0,641	OK
5	STA 9+282 - 9+456	22,551	0,197	1,440	OK	0,554	OK
6	STA 9+456 - 9+686	22,382	0,222	1,440	OK	0,589	OK
7	STA 9+686 - 9+984	22,382	0,240	1,440	OK	0,612	OK
8	STA 9+984 - 10+185	22,673	0,210	1,440	OK	0,573	OK
9	STA 10+185 - 10+825	22,673	0,272	1,440	OK	0,652	OK
10	STA 10+825 - 11+000	23,909	0,340	1,440	OK	0,729	OK

Sumber : Hasil Perhitungan

## **5.7 Method's Statement**

### **5.7.1 Pekerjaan Persiapan**

#### **1. Pembuatan Direksi Kit**

Direksi Kit merupakan bangunan sementara yang memiliki fungsi sebagai tempat kerja bagi kontraktor, pengawas, dan lain-lain. Dengan adanya direksi kit memudahkan pengawasan dan koordinasi untuk kontraktor dan pengawas dalam kegiatan proyek.

Direksi kit diletakkan di dekat STA 8+000 dikarenakan pekerjaan dimulai dari STA tersebut. direncanakan direksi kit sebesar 5 x 5 m<sup>2</sup> berlantaikan plesteran agar terkesan rapi dan bersih.

#### **2. Pembuatan Stock Pile**

Stock Pile merupakan tempat penyimpanan material sebelum digunakan langsung di lapangan. Luas stock pile adalah 100 x 100 m<sup>2</sup> berada di dekat STA 8+000

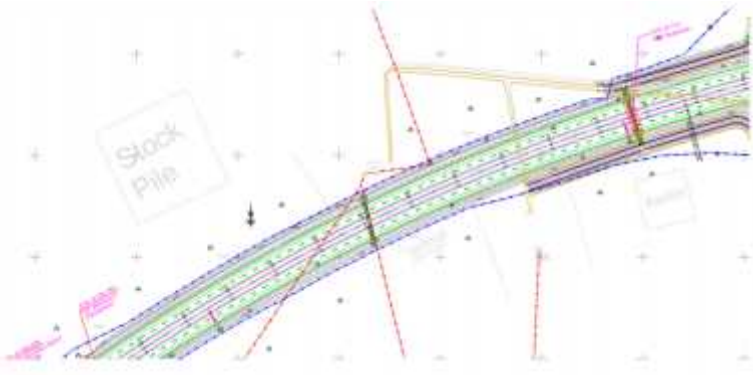
#### **3. Pembuatan Papan Nama proyek.**

Pembuatan papan nama proyek yang bertujuan untuk memberitahu masyarakat disekelilingnya bahwa pada daerah tersebut sedang ada pekerjaan jalan, sehingga masyarakat lebih berhati-hati jika melewati daerah tersebut.

Papan Nama Proyek berisi data-data proyek, seperti: nama proyek, nama pemilik, lokasi, tanggal izin, kontraktor, dan konsultan pengawas.

#### **4. Mobilisasi**

Mobilisasi adalah kegiatan pendatangan alat berat dan tenaga kerja ke lapangan sebelum pekerjaan dimulai sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan.



Gambar 5. 19. Lokasi Stock Pile dan Kantor

5. Pekerjaan Pengukuran

Pekerjaan pengukuran dilakukan untuk menentukan letak-letak batas pengerjaan proyek, elevasi as jalan, elevasi tanah dasar serta pekerjaan-pekerjaan yang berkaitan.

6. Pembersihan Lapangan

Pembersihan lapangan dilakukan sebelum pelaksanaan pekerjaan konstruksi dimulai. Pekerjaan ini bertujuan untuk mempermudah pelaksanaan pekerjaan konstruksi dengan membuang benda- benda yang mengganggu pekerjaan seperti rumput- rumput liar atau semak belukar.

### 5.7.2 Pekerjaan Drainase

1. Uraian

Pekerjaan drainase pada perencanaan tugas akhir ini adalah pekerjaan drainase saluran tepi dan tengah. Pekerjaan saluran tepi menggunakan pasangan batu kali beleh 15/20 dengan mortar.

2. Peralatan

- ) Dump Truck
- ) Alat Bantu Manual (Sekop, Keranjang, Sapu)

### 3. Pelaksanaan Pekerjaan

- a. Pelaksanaan Pekerjaan Galian Saluran Tepi
  1. Surveyor menentukan batas-batas dimensi saluran
  2. Pekerjaan melakukan penggalian tanah sesuai dengan lebar dan kedalaman galian yang telah ditentukan
  3. Dump Truck mengangkut hasil galian ke luar proyek.
- b. Pekerjaan pasangan Batu Kali dengan Mortar
  1. Sebelum memulai pemasangan batu kali terlebih dahulu dibuat landasan berupa urukan pasir setebal 5 cm dalam keadaan padat.
  2. Batu kalli dibersihkan dan dibasahi seluruh permukaannya sebelum dipasang.
  3. Semen pasir dan air dicampur sampai menjadi mortar dengan perbandingan 1Pc : 2 Ps
  4. Permukaan atas pasangan batu kali belah diberi plesteran (mortar) setebal 1,5 cm untuk mencegah kerusakan dini.

#### 5.7.3 Pekerjaan Lapisan Pondasi Agregat B

##### 1. Uraian

Lapis pondasi agregat B adalah lapis pondasi bawah yang terletak antara lapis pondasi atas dan tanah dasar. Berfungsi sebagai lapisan resapan agar air tanah dan partikel-partikel halus dari tanah dasar naik ke lapis pondasi atas.

##### 2. Peralatan

- ) Wheel Loader
- ) Dump Truck
- ) Tandem Roller
- ) Motor grader
- ) Water Tank

3. Pelaksanaan Pekerjaan
  - a. Wheel loader memuat material agregat yang telah dicampur dari stock pile ke dalam dump truck untuk selanjutnya diangkut ke lokasi proyek.
  - b. Material dihamparkan ke lokasi proyek dengan menggunakan motor grader. Selanjutnya dipadatkan menggunakan tandem roller dengan tetap menjaga tebal yang disyaratkan.
  - c. Sesekali tanah dibasi menggunakan water tank untuk mendapatkan kepadatan yang maksimal.

#### **5.7.4 Pekerjaan Lean Concrete**

1. Uraian  
Pekerjaan Lean Concrete adalah pekerjaan yang dimaksudkan sebagai lapis pondasi atau lantai kerja bagi pekerjaan perkerasan kaku. Bahan yang digunakan adalah beton dengan mutu K-125 pada umur 7 hari dengan nilai slump  $8 \pm 2$  setebal 10 cm.
2. Peralatan
  - a. Concrete Mixer Truck
  - b. Vibrator
  - c. Alat Bantu Manual
3. Pelaksanaan Pekerjaan
  - a. Pemasangan starting cor berupa bekisting setebal Lean Concrete (10 cm).
  - b. Concrete mixer truck mengangkut beton ready mix kemudian dihamparkan dan dirata kan secara manual oleh pekerja
  - c. Selanjutnya digunakan vibrator untuk mencegah terjadinya penghampanan yang tidak homogen.

#### **5.7.5 Pekerjaan Perkerasan Kaku**

1. Uraian  
Pekerjaan perkerasan kaku direncanakan menggunakan metode acuan gelincir (Slipform Paving method)

dengan mutu beton K-400 dengan nilai slump maksimal 3-5 cm dan ketebalan 29 cm.

2. Peralatan

- a. Slipform Paver SP 5000
- b. Wheel loader
- c. Dump Truck
- d. Alat bantu manual
- e. Saw Concrete Cutting

3. Pelaksanaan Pekerjaan

- a. Tandai posisi dowel yaitu setiap jarak 4,5 m
- b. Strake out sting line sesuai dengan elevasi rencana. Perhatikan posisi sting line agar bebas dari pekerja.
- c. Posisikan paver pada jalur rencana
- d. Pengaturan alat slipform SP 500 sesuai dengan lebar 3.6 mm dan tinggi 28 cm.
- e. Beton ready mix ditungakan ke lokasi pengecoran dan disebar secara merata dengan wheel loader dari tepi luar lokasi pengecoran
- f. Slipform paver bergerak perlahan sambil memproses beton ready mix
- g. Dari sisi kanan dan kiri beton dipasang tie bar secara otomatis dan juga dowel dipasang secara otomatis disetiap pergantian segmen.
- h. Kemudian dilakukan pemebentukan alur atau grooving  $\pm 30$  menit setelah beton dihampar.
- i. Semprotkan curing compound sesaat setelah grooving.
- j. Setelah beton setting, lapi dengan geotextile.
- k. Selanjutnya dilakukan pemotongan beton rigid dengan alat saw concrete cutting. Proses pemotongan ini dilakukan maksimal 12 jam setelah beton diproses dengan ketebalan  $\frac{1}{4}$  dari tebal beton.
- l. Setelah minimal 7 hari pengecoran, material joint sealant diisikan pada area yang telah dicutting.



### 5.7.6 Pengecoran Bahu Dalam

#### 1. Uraian

Bahu direncanakan menggunakan perkerasan kaku juga namun dilaksanakan secara manual tanpa menggunakan alat *slipform paver*.

#### 2. Peralatan

- a. Concrete Mixer Truck
- b. Vibrator
- c. Alat Bantu Manual

#### 3. Pelaksanaan Pekerjaan

Pelaksanaan pekerjaan pengecoran bahu dalam ini hampir sama seperti pengerjaan lean Concrete

- a. Pemasangan starting cor berupa bekisting setebal perkerasan badan jalan (26 cm)
- b. Concrete mixer truck mengangkut beton ready mix kemudian dihindarkan dan dirata kan secara manual oleh pekerja
- c. Selanjutnya digunakan vibrator untuk mencegah terjadinya penghamparan yang tidak homogen.
- d. Kemudian disemprotkan curing compound sesaat setelah grooving
- e. Lapsi dengan geotextile sesaat setelah setting.

### 5.7.7 Pekerjaan Perlengkapan Jalan

#### 1. Pekerjaan Median Concrete barrier (MCB)

Sebagai pemisah arah dalam arus lalu-lintas di jalan tol digunakan Median Concrete barrier (MBC). Barrier adalah beton bertulang pra cetak yang mempunyai ketinggian bervariasi.

#### 2. Pekerjaan Marka Jalan

##### a. Uraian

Pekerjaan ini terdiri dari pembuatan garis lurus (pembatas antara lajur lalu-lintas dengan bahu jalan) dan pembuatan garis putus-putus (pemisah lajur).

##### b. Peralatan

- ) marka Jalan Sprayer
- c. Pelaksanaan Pekerjaan
1. Masukkan cat thermoplastic ke dalam sruyer hingga meleleh
  2. Semprotkan cat thermoplastic diatas permukaan jalan sesuai dengan letak, jarak dan dimensi yang telah direncanakan. Agar hasil maksimal maka lalu lintas sebaiknya ditutup sampai suhu marka jalan dingin.

## **BAB VI**

### **PERENCANAAN ANGGARAN BIAYA**

#### **6.1 Analisa Kapasitas Rencana Jalan**

##### **6.1.1 Volume Pekerjaan**

###### **A. Pekerjaan Persiapan**

1. Pekerjaan Kantor Sementara (Direksi Kit)

Panjang	= 5 m
Lebar	= 5 m
Luas	= 25 m <sup>2</sup>
2. Pekerjaan Papan Nama Proyek

Jumlah	= 1 unit
--------	----------
3. Pembersihan Lapangan

Panjang	= 3000 m
) lebar jalan	= 3.6 m x 3 x 2 arah
	= 21.6 m
) lebar bahu luar	= 3 m x 2 arah
	= 6 m
) lebar bahu dalam	= 1.5 m x 2 arah
	= 3 m
) lebar saluran	= 1.3 m x 2 arah
) lebar barrier + saluran tengah	= 2.8 m
Total lebar	= 36 m
Luas	= 10800 m <sup>2</sup>
4. Mobilisasi

Jumlah	= 1 Ls (asumsi)
--------	-----------------
5. Pemasangan Seng Gelombang Untuk Stock Pile (100 x 100)



Panjang	= 100 m
Jumlah	= 4 (4 sisi)
Total panjang	= 400 m

###### **B. Pekerjaan Lapis Pondasi Bawah**

Penghamparan menggunakan dengan slipform paver

1. Pekerjaan Lapis Pondasi Agregat B

Panjang	= 2975 m
---------	----------

) Lebar jalan	= 3,6 m x 3 x 2 arah = 21.6 m
) Lebar bahu dalam	= 1.5 m x 2 arah = 3 m
) Lebar bahu luar	= 3 m x 2 arah = 6 m
Tebal	= 0.2 m
Total lebar	= 30.6 m
Volume 1	= 18207 m <sup>3</sup>
Volume 2 bentuk 	= 1/2 x 1.2m x 0.6 m x 2arah = 0.72 m <sup>2</sup> x 2975 m = 2142 m <sup>3</sup>
Volume 3 bentuk 	= 1/2 x 1 m x 0.6 m x 2arah = 0.6 m <sup>2</sup> x 2975 m = 1785m <sup>3</sup>
Volume total	= 18207 m <sup>3</sup> + 1666 m <sup>3</sup> + 1785 m <sup>3</sup> = 22134m <sup>3</sup>

## 2. Pekerjaan lean Concrete (K-125)

Panjang = 3000m – bentang jembatan sungai Watudakon  
= 3000 m – 25m  
= 2975 m

) Lebar jalan	= 3,6 m x 3 x 2 arah = 21.6 m
) Lebar bahu dalam	= 1.5 m x 2 arah = 3 m
) Lebar bahu luar	= 3 m x 2 arah
Total lebar	= 30.6 m
Tebal	= 0,10 m
Volume	= 9103.5 m <sup>3</sup>

## C. Pekerjaan Pekerjaan Kaku

### 1. Pekerjaan kaku dengan Slipform Paver

) Beton K-400 (Badan Jalan)

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 3000 \text{ m} - \text{bentang jembatan sungai Watudakon} \\ &= 3000 \text{ m} - 25 \text{ m} \\ &= 2975 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar total} &= 3,6 \text{ m} \times 3 \times 2 \text{ arah} \\ &= 21,6 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Tebal} = 0,26 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 16707,6 \text{ m}^3$$

) Beton K-350 (Bahu Luar)

$$\begin{aligned}\text{Panjang} &= 3000 \text{ m} - \text{bentang jembatan sungai Watudakon} \\ &= 3000 \text{ m} - 25 \text{ m} \\ &= 2975 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar total} &= 3 \text{ m} \times 2 \text{ arah} \\ &= 6 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Tebal} = 0,26 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 4641 \text{ m}^3$$

## 2. Pekerjaan perkerasan secara manual (Bahu dalam)

$$\text{Panjang} = 2975 \text{ m}$$

$$\begin{aligned}\text{Lebar} &= 1,5 \text{ m} \times 2 \text{ arah} \\ &= 3 \text{ m}\end{aligned}$$

$$\text{Tebal} = 0,26 \text{ m}$$

$$\text{Volume} = 2320,5 \text{ m}^3$$

## 3. Pekerjaan Joint Sealant

$$\text{Panjang} = 15,3 \text{ m}$$

$$\text{Lebar} = 0,006 \text{ m}$$

$$\text{Tinggi} = 0,065 \text{ m}$$

$$\text{Volume 1 lubang} = 0,00597 \text{ m}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Jumlah cutting} &= \text{Panjang jalan} : \text{jarak} \\ &\text{sambungan}\end{aligned}$$

$$= 2975 \text{ m} : 4,5 \text{ m}$$

$$= 661 \text{ buah}$$

$$\text{Volume total} = 661 \times 0,00597 \text{ m}^3 \times 2 \text{ arah}$$

$$= 7,9 \text{ m}^3$$

$$= 7900 \text{ liter}$$

**D. PEKERJAAN PEMBESIAN****1. Perkerjaan Pembesian Dowel /Ruji (Polos)**

Diameter	= 36 mm
Panjang	= 450 mm
Volume 1 dowel	= 458044.209 mm <sup>3</sup>
Jarak sambungan	= 4.5 m
Jarak antar dowel	= 300 mm
Jumlah dowel dalam 1 cutting =	

$$\frac{l_1 \quad j_1 \quad +l_1 \quad b \quad \text{jumlah}}{j_1 \quad a \quad d_1}$$

$$= \frac{2.6+6}{0.3}$$

$$= 92 \text{ buah}$$

Jumlah cutting

$$= \frac{P \quad J_1}{\frac{j_1 \quad sc}{2 \quad m}}$$

$$= \frac{4.5 \text{ m}}{0.3 \text{ m}}$$

$$= 661 \text{ buah}$$

Total kebutuhan dowel

$$= 611 \times 92 \text{ buah}$$

$$= 60822 \text{ buah}$$

Volume total

$$= 458044.209 \text{ mm}^3 \times$$

$$60822 \text{ buah}$$

$$= 27859266120 \text{ mm}^3$$

$$= 27.859 \text{ m}^3$$

Berat Jenis Baja

$$= 7850 \text{ kg/m}^3$$

Berat Total

$$= 218695.239 \text{ kg}$$

**2. Pekerjaan Pembesian Tiebar**

Diameter	= 16 mm
Panjang	= 700 mm
Volume1 tiebar	= 140743.35 mm <sup>3</sup>
Jarak antar tiebar	= 750 mm

tiebar dalam 1 baris memanjang

$$= \frac{P \quad J}{\frac{j_1 \quad a \quad t_1}{2 \quad m}}$$

$$= \frac{0.7 \text{ m}}{0.75 \text{ m}}$$

$$= 3966.7 \text{ buah}$$

Jumlah baris dalam 2 jalur	= 10
Total kebutuhan tiebar	= 10 x 3966.7 buah
	= 39667 buah
Volume total	= 140743.35 mm <sup>3</sup> x
	39667
	= 5582821533 mm <sup>3</sup>
	= 5.582 m <sup>3</sup>
Berat jenis baja	= 7850 kg/m <sup>3</sup>
Berat	= 7850 kg/m <sup>3</sup> x 5.582 m <sup>3</sup>
	= 43825.149 kg
3. Pekerjaan Pemasangan Wiremesh	
Panjang	= 2975 m
Lebar total	= 3.6 m x 3
	= 10.8 m
Luas	= 32130 m <sup>2</sup>
Digunakan wiremesh M6	
Luar per lembar	= 5.4 x 2.1 m <sup>2</sup>
Berat perlembar	= 24.14 kg
Berat per m2	= $\frac{24.14 \text{ kg}}{5.4 \times 2.1 \text{ m}^2}$
	= 2.128 kg/ m <sup>2</sup>
Total kebutuhan wiremesh	= 32130 m <sup>2</sup> x 2.128kg/m <sup>2</sup>
	= 68396.67 kg

## A. Pekerjaan drainase

### 1. Pekerjaan Galian Tanah

Tabel 6. 1. Volume Pekerjaan Galian

No	STA		p (m)	b	h	A	V
Saluran Tepi							
1	STA 8+000 - 8+396	a	396	1,3	1,15	1,48	586,6
2	STA 8+000 - 8+396	b	396	1,3	1,15	1,48	586,6
3	STA8+396 - 8+576	a	180	1,0	0,96	1,0	180,4
4	STA8+396 - 8+576	b	180	1,0	0,96	1,0	180,4
5	STA 8+576 - 8+800	a	224	1,1	1,01	1,12	251,4
6	STA 8+576 - 8+800	b	224	1,1	1,01	1,12	251,4
7	STA 8+800 - 9+282	a	482	1,5	1,29	1,93	929,6
8	STA 8+800 - 9+282	b	482	1,5	1,29	1,93	929,6
9	STA 9+282 - 9+456	a	174	1,0	0,95	0,99	171,4
10	STA 9+282 - 9+456	b	174	1,0	0,95	0,99	171,4
11	STA 9+456 - 9+686	a	230	1,1	1,01	1,14	261,6
12	STA 9+456 - 9+686	b	230	1,1	1,01	1,14	261,6
13	STA 9+686 - 9+984	a	298	1,2	1,08	1,30	388,7
14	STA 9+686 - 9+984	b	298	1,2	1,08	1,30	388,7
15	STA 9+984 - 10+185	a	201	1,1	0,97	1,04	206,6
16	STA 9+984 - 10+185	b	201	1,1	0,97	1,04	209,6
17	STA 10+185 - 10+825	a	640	1,6	1,37	2,20	1408,5
18	STA 10+185 - 10+825	b	640	1,6	1,37	2,20	1408,5
19	STA 10+825 - 11+000	a	175	1,0	0,95	0,99	172,9
20	STA 10+825 - 11+000	b	175	1,0	0,95	0,99	172,9
Saluran Tengah							
1	STA 8+000 - 8+396	-	396	1,1	0,75	0,60	334,2
2	STA8+396 - 8+576	-	180	0,9	0,75	0,60	124,3
3	STA 8+576 - 8+800	-	224	1,0	0,75	0,60	164,03



No	STA		p (m)	b	h	A	V
4	STA 8+800 - 9+282	-	482	0,8	0,75	0,60	289,2
5	STA 9+282 - 9+456	-	174	0,8	0,75	0,60	104,4
6	STA 9+456 - 9+686	-	230	0,8	0,75	0,60	138
7	STA 9+686 - 9+984	-	298	0,8	0,75	0,60	178,8
8	STA 9+984 - 10+185	-	201	0,8	0,75	0,60	120,6
9	STA 10+185 - 10+825	-	640	0,8	0,75	0,60	384
10	STA 10+825 - 11+000	-	175	0,8	0,75	0,60	105
Volume							11063,8

Sumber : Hasil Perhitungan

## 2. Pekerjaan pasangan batu kali 15/20

Tabel 6. 2. Volume Pekerjaan Pasangan Batu Kali 15/20

No	STA		p(m)	B	h	t	L1	L2	L3	L total	
1	STA 8+000 - 8+396	A	396	1,3	1,15	0,15	0,194	0,15	0,15	0,49	195,06
2	STA 8+000 - 8+396	B	396	1,3	1,15	0,15	0,194	0,15	0,15	0,49	195,06
3	STA 8+396 - 8+576	A	180	1,0	0,96	0,15	0,157	0,12	0,12	0,40	71,83
4	STA 8+396 - 8+576	B	180	1,0	0,96	0,15	0,157	0,12	0,12	0,40	71,83
5	STA 8+576 - 8+800	A	224	1,1	1,01	0,15	0,167	0,13	0,13	0,42	95,06
6	STA 8+576 - 8+800	B	224	1,1	1,01	0,15	0,167	0,13	0,13	0,42	95,06
7	STA 8+800 - 9+282	A	482	1,5	1,29	0,15	0,224	0,17	0,17	0,57	273,07
8	STA 8+800 - 9+282	B	482	1,5	1,29	0,15	0,224	0,17	0,17	0,57	273,07
9	STA 9+282 - 9+456	A	174	1,0	0,95	0,15	0,156	0,12	0,12	0,40	98,32
10	STA 9+282 - 9+456	B	174	1,0	0,95	0,15	0,156	0,12	0,12	0,40	98,32
11	STA 9+456 - 9+686	A	230	1,1	1,01	0,15	0,168	0,13	0,13	0,43	137,13
12	STA 9+456 - 9+686	B	230	1,1	1,01	0,15	0,168	0,13	0,13	0,43	137,13
13	STA 9+686 - 9+984	A	298	1,2	1,08	0,15	0,181	0,14	0,14	0,46	137,13
14	STA 9+686 - 9+984	B	298	1,2	1,08	0,15	0,181	0,14	0,14	0,46	137,13
15	STA 9+984 - 10+185	A	201	1,1	0,97	0,15	0,161	0,12	0,12	0,41	81,97
16	STA 9+984 - 10+185	B	201	1,1	0,97	0,15	0,161	0,12	0,12	0,41	81,97

No	STA		p(m)	B	h	t	L1	L2	L3	L total	
17	STA 10+185 - 10+825	A	640	1,6	1,37	0,15	0,241	0,18	0,18	0,61	388,66
18	STA 10+185 - 10+825	B	640	1,6	1,37	0,15	0,241	0,18	0,18	0,61	388,66
19	STA 10+825 - 11+000	A	175	1,0	0.95	0,15	0,156	0,12	0,12	0,40	69,30
20	STA 10+825 - 11+000	B	175	1,0	0.95	0,15	0,156	0,12	0,12	0,40	69,30
Volume										2958,41	

Sumber : Hasil Perhitungan

## 3. Pekerjaan plesteran

Tabel 6. 3. Volume Pekerjaan Plesteran

No	STA		p(m)	b	H	t plesteran	t	L1	L2	L3	L4	L5	Luas total	Volume total
<b>Saluran Tepi</b>														
1	STA 8+000 - 8+396	a	396	0,99	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,015	0,015	0,05	19,60
2	STA 8+000 - 8+396	b	396	0,99	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,015	0,015	0,05	19,60
3	STA8+396 - 8+576	a	180	0,75	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,012	0,015	0,05	8,91
4	STA8+396 - 8+576	b	180	0,75	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,012	0,015	0,05	8,91
5	STA 8+576 - 8+800	a	224	0,81	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,013	0,015	0,05	11,09
6	STA 8+576 - 8+800	b	224	0,81	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,013	0,015	0,05	11,09
7	STA 8+800 - 9+282	a	482	1,19	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,017	0,015	0,05	23,86

No	STA		p(m)	b	H	t plesteran	t	L1	L2	L3	L4	L5	Luas total	Volume total
8	STA 8+800 - 9+282	b	482	1,19	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,017	0,015	0,05	23,86
9	STA 9+282 - 9+456	a	174	0,74	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,012	0,015	0,05	8,61
10	STA 9+282 - 9+456	b	174	0,74	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,012	0,015	0,05	8,61
11	STA 9+456 - 9+686	a	230	0,82	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,013	0,015	0,05	11,39
12	STA 9+456 - 9+686	b	230	0,82	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,013	0,015	0,05	11,39
13	STA 9+686 - 9+984	a	298	0,91	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,014	0,015	0,05	14,75
14	STA 9+686 - 9+984	b	298	0,91	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,014	0,015	0,05	14,75
15	STA	a	201	0,77	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,012	0,015	0,05	9,95

No	STA		p(m)	b	H	t plesteran	t	L1	L2	L3	L4	L5	Luas total	Volume total
	9+984 - 10+185													
16	STA 9+984 - 10+185	b	201	0,77	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,012	0,015	0,05	9,95
17	STA 10+185 - 10+825	a	640	1,30	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,013	0,015	0,05	31,68
18	STA 10+185 - 10+825	b	640	1,30	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,013	0,015	0,05	31,68
19	STA 10+825 - 11+000	a	175	0,74	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,014	0,015	0,05	8,66
20	STA 10+825 - 11+000	b	175	0,74	1	0,15	0,015	0,00225	0,00225	0,015	0,014	0,015	0,05	8,66
<b>Saluran Tengah</b>														
1	STA 8+000 - 8+396	-	396	0,83	0,87	0,15	0,015	0,01238	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	14,00
2	STA8+396	-	180	0,62	0,70	0,15	0,015	0,00931	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	6,36

No	STA		p(m)	b	H	t plesteran	t	L1	L2	L3	L4	L5	Luas total	Volume total
	- 8+576													
3	STA 8+576 - 8+800	-	224	0,68	0,75	0,15	0,015	0,01015	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	7,92
4	STA 8+800 - 9+282	-	482	0,87	0,91	0,15	0,015	0,01312	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	17,04
5	STA 9+282 - 9+456	-	174	0,61	0,70	0,15	0,015	0,00919	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	6,15
6	STA 9+456 - 9+686	-	230	0,67	0,74	0,15	0,015	0,00999	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	8,13
7	STA 9+686 - 9+984	-	298	0,73	0,80	0,15	0,015	0,01101	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	10,54
8	STA 9+984 - 10+185	-	201	0,65	0,73	0,15	0,015	0,0097	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	7,11
9	STA 10+185 - 10+825	-	640	0,97	0,98	0,15	0,015	0,01456	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	22,63

No	STA		p(m)	b	H	t plesteran	t	L1	L2	L3	L4	L5	Luas total	Volume total
10	STA 10+825 - 11+000	-	175	0,61	0,70	0,15	0,015	0,00921	0,00225	0,00905	0,00905	0,0075	0,04	6,19
													Volume	<b>403,07</b>

Sumber : Hasil Perhitungan



## E. Pekerjaan perlengkapan jalan

### 1. Pekerjaan Pembuatan Marka Jalan

#### a. Garis Lurus

Panjang	= 3000 m
Lebar	= 0.12 m
Tebal	= 0.002 m
Jumlah dalam 2 lajur	= 4 buah
Total panjang	= 4 x 3000 m
	= 1200 m

#### b. Garis Putus – Putus

Panjang	= 5 m
Lebar	= 0.12 m
Tebal	= 0.002 m
Jarak antar marka	= 8 m
Jumlah garis dalam 2 jalur	
	= $(3000 \text{ m} : (8\text{m}+5\text{m})) \times 2 \text{ arah}$
Total panjang	= 462 x 5 m
	= 2308 m
Jumlah total panjang marka jalan	
	= Garis lurus + Garis putus - putus
	= 1200 m + 2308 m
	= 14308 m

### 2. Median Concrete Barrier

Panjang jalan	= 3000 m
Panjang 1 barrier	= 1m
Kebutuhan barrier	= 3000 m

**B. Pekerjaan Finishing**

1. Demobilisasi = 1 Ls (asumsi)

Rencana Anggaran Biaya Pembangunan

Tabel 6. 4. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

No	Item Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga dasar	Jumlah harga
<b>I</b>	<b>Pekerjaan Persiapan</b>				
1	Pembuatan Direksi Kit	m2	25	1.623.728,50	40.593.212,50
2	Pembuatan Papan Nama Proyek	unit	1	1.044.212,75	1.044.212,75
3	Pembersihan Lapangan	m2	108000	15.000,00	1.620.000.000,00
4	Mobilisasi (asumsi)	Ls	1	10.000.000,00	10.000.000,00
5	Pemasangan Seng Gelombang 2 m untuk stockpile	m	400	653.475,60	261.390.240,00
<b>II</b>	<b>Pekerjaan Pondasi Bawah</b>				
1	Pekerjaan Lapis Agregat B	m3	22134	747.393,18	16.542.800.646,12
2	Pekerjaan Lean Concrete	m3	9103,5	1.072.392,54	9.762.525.487,89
<b>III</b>	<b>Pekerjaan Perkerasan Kaku</b>				
1	Pekerjaanperkerasan Kaku dengan Mesin Paver	m3	18635,4	1.822.086,55	33.955.311.693,87

No	Item Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga dasar	Jumlah harga
2	pekerjaan perkerasan kaku dengan manual (bahu dalam)	m3	2588,25	1.782.432,32	4.613.380.452,24
3	Pekerjaan beton k-350 (bahu luar)	m3	4641	1.314.613,94	6.101.123.295,54
4	Pekerjaan Joint Sealant		8800,05	32.114,78	282.611.669,74
<b>V</b>	<b>Pekerjaan Pembesian</b>				
1	Pekerjaan Dowel ( Besi Polos)		218695,239	15.385,85	3.364.812.143,61
2	Pekerjaan Tie Bar (Besi Ulir)		68396,67	15.910,85	1.088.249.103,83
3	Pekerjaan Pemasangan Wiremesh		32130	18.589,50	597.280.635,00
<b>VI</b>	<b>Pekerjaan Drainase</b>				
1	Pekerjaan Galian Tanah	m3	10778,5	19.396,93	209.070.355,78
2	Pekerjaan Pasangan Batu	m3	3873,2	937.167,25	3.629.834.366,66
3	Pekerjaan Plesteran	m3	403,07	68.378,00	27.561.107,14
<b>VII</b>	<b>Pekerjaan Perlengkapan Jalan</b>				
1	Pekerjaan Marka Jalan	m2	14307,692	27.504,50	393.525.923,08
2	Pekerjaan Median Concrete Barrier	unit	3000	1.500.000,00	4.500.000.000,00

No	Item Pekerjaan	Satuan	Kuantitas	Harga dasar	Jumlah harga
<b>VIII</b>	<b>Pekerjaan Finishing</b>				
1	Demobilisasi	LS	1	10.000.000,00	10.000.000,00
	<b>JUMLAH</b>				<b>87.011.114.545,76</b>

### 6.1.2 HSPK Mojokerto 2017

Jenis Pekerjaan : Persiapan (**Pembuatan Direksi KIT**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 5. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Direksi KIT

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Mandor	0,05	O.H	130.000	6.500
	Kepala Tukang	0,30	O.H	110.000	33.000
	Tukang Kayu	2,00	O.H	100.000	200.000
	Tukang Batu	1,00	O.H	100.000	100.000
	Pekerja	2,00	O.H	85.000	170.000
				<b>Jumlah</b>	<b>509.500</b>
B	BAHAN				
	Dolken Kayu Gelam 8-10/400 cm	1.250	Batang	23.900	29.875
	Kayu Meranti 5/7	0,180	m <sup>3</sup>	5.740.300	1.033.254
	Paku Biasa 2"-5"	0,080	Kg	21.000	1.680
	Besi Plat Strip	1,100	Kg	13.500	14.850
	Semen Portland	35,00	Kg	1.937,50	67.812

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Pasir Pasang	0,150	m <sup>3</sup>	223.450	33.517,50
	Pasir Beton	0,100	m <sup>3</sup>	236,400	23.640
	Koral Beton	0,150	m <sup>3</sup>	245.400	36.810
	Bata Merah	30,00	Buah	950	28.500
	Seng Plat	0,250	Lembar	50.750	12.687,50
	Jendela Nako	0,200	Daun	25.850	5.170
	Kaca Polos Tebal 3 mm	0,080	m <sup>2</sup>	112.150	8.972
	Kunci Tanam Biasa	0,150	Buah	74.400	11.160
	Plywood 4 mm	0,060	Lembar	126.350	7.581
				<b>Jumlah :</b>	<b>1.315.509,50</b>
<b>Nilai HSPK</b>					<b>1.825.009,50</b>

Jenis Pekerjaan : Persiapan (**Papan Nama Proyek**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 6. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Papa Nama Proyek

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	0,630	O.H	85.000	53.550
	Tukang Kayu	1,000	O.H	100.000	100.000
	Tukang Cat	0,500	O.H	100.000	50.000
	Kepala Tukang	0,100	O.H	110.000	11.000
	Mandor	0,100	O.H	130.000	13.000
				<b>Jumlah</b>	<b>227.550</b>
B	BAHAN				
	Kayu Papan	0,0250	m <sup>3</sup>	6.415.650	160.391,25
	Kayu Balok	0,090	m <sup>3</sup>	5.132.500	461.925
	Paku 4-7 cm	0,600	Kg	21.000	12.600
	Cat memori	0,750	Kg	54.250	40.687,50
	Plamir kayu	0,300	Kg	36.600	10.980
	Amplas Kayu	2,000	Lbr	4.800	9.600
	Kuas cat	0,200	Bh	11.650	2.330
	Cat kayu	0,400	Kg	77.500	31.000
	Semen portland	25.00	Kg	1.937,50	48.437,50
	Pasir betom	0,060	m <sup>3</sup>	236.400	14.184

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Batu split pecah mesin 3/5	0,100	m <sup>3</sup>	245.400	24,540
				<b>Jumlah :</b>	<b>816.675,25</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>1.044.225,25</b>



Jenis Pekerjaan : Persiapan (**Pembersihan Lapangan**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 7. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Lapangan

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	0,050	O.H	130.000	6.500
	Mandor	0,100	O.H	85..000	8.500
				<b>Jumlah</b>	<b>15.000</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>15.000.000</b>

Jenis Pekerjaan : Persiapan (**Mobilisasi**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 8. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Mobilisasi

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Mobilisasi	-	-	-	10.000.000
				<b>Jumlah :</b>	<b>10.000.000</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>10.000.000</b>

**Jenis Pekerjaan : Persiapan (Pemasangan Seng Gelombang  
2 m untuk Stock Pile)**

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 9. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Pemasangan Seng  
Gelombang 2 m untuk Stock Pile)

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	<b>UPAH</b>				
	Pekerja	0,630	O.H	85.000	17.000
	Tukang Kayu	0,400	O.H	100.000	40.000
	Kepala Tukang	0,020	O.H	110.000	2.200
	Mandor	0,020	O.H	130.000	2.600
				<b>Jumlah</b>	<b>61.800</b>
B	<b>BAHAN</b>				
	Dolken Kayu Gelam 8- 10/400 cm	1,250	Batang	23.900	29.875.000
	Semen Portland	2.500	Kg	1.937,50	4.843,75
	Seng Gelombag	1.200	Lembar	78.950	94.740.000
	Pasir Beton	0,005	m <sup>3</sup>	236.400	1.182
	Kerikil Beton	0,009	m <sup>3</sup>	245.400	2.208,60
	Kayu meranti 5/7	0,072	m <sup>3</sup>	5.740.300	413.301,60
	Paku biasa 2"-	0,060	Kg	21.000	1.260

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	5"				
	Memi besi	0,450	Kg	54.250	24.412,50
				<b>Jumlah :</b>	<b>571.823,45</b>
<b>Nilai HSPK</b>					<b>633.623,45</b>

Jenis Pekerjaan : Pondasi Bawah (**Lapis Agregat B**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 10. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Lapisan Agregat B

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	<b>UPAH</b>				
	Pekerja	0,0085	O.H	85.000	722,09
	Mandor	0,0012	O.H	130.000	157,77
				<b>Jumlah</b>	<b>879,86</b>
B	<b>BAHAN</b>				
	Agregat B	1.2586	m <sup>3</sup>	279.891,84	352.274,47
C	<b>ALAT</b>				
	Wheel Loader	0,0085	Jam	579.263,86	4.920,97
	Dump Truck	1.1117	Jam	336.248,16	373.792,74

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Motor Grader	0,0094	Jam	716.346,34	6.712,75
	Tandem Roller	0,0107	Jam	372.124,41	3.985,27
	Water Tanker	0,0141	Jam	343.415,25	4.827,12
				<b>Jumlah :</b>	<b>394.238,85</b>
<b>Nilai HSPK</b>					<b>747.393,18</b>

Jenis Pekerjaan : Pondasi Bawah (*Lean Concrete*)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 11. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan *Lean Concrete*

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	1,650	O.H	85.000	140.250
	Mandor	0,083	O.H	130.000	10.790
	Kepala Tukang	0,028	O.H	110.000	3.080
	Tukang Batu	0,275	O.H	100.000	27.500
				<b>Jumlah</b>	<b>181.620</b>
B	BAHAN				
	Semen Portland	276	Kg	1.937,50	534.750

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Pasir Beton	0,5914	m <sup>3</sup>	236.400	139.813,58
	Kerikil	0,750	m <sup>3</sup>	245.400	183.958,96
	Air Tawar	215	Liter	150	32.250
				<b>Jumlah :</b>	<b>898.772,54</b>
<b>Nilai HSPK</b>					<b>1.072.382,54</b>

Jenis Pekerjaan : Perkerasan Kaku dengan Paver  
(Beton K-400 , Badan Jalan)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 12. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Beton K-400 untuk  
Badan Jalan

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Mandor	0,084	O.H	130.000	10.920
	Kepala Tukang	0,035	O.H	110.000	3.850
	Tukang	0,035	O.H	100.000	3.500
	Pekerja	2,100	O.H	85.000	178.500
	Operator Alat Berat	0,035	O.H	110.000	3.850

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Pembantu Operator	0,010	O.H	85.000	850
				<b>Jumlah</b>	<b>201.470</b>
<b>B</b>	<b>BAHAN</b>				
	Semen Portland	595,34	Kg	1.937,50	1.153.173,58
	Pasir Beton	0,5024	m <sup>3</sup>	236.400	118.767,36
	Kerikil	0,744	m <sup>3</sup>	245.400	182.577,60
	Air Tawar	215	Liter	150	32.250
				<b>Jumlah :</b>	<b>1.486.768,54</b>
<b>C</b>	<b>ALAT</b>				
	Wheel Loader	Jam	0,0578	579.263,86	33.481,45
	Mesin Paver	Jam	0,114	637.808,89	72.710,21
	Dump Truck	Jam	0,082	336.248,16	27.572,35
	Alat Bantu Manual	Jam	0,0168	5.000	84.
				<b>Jumlah :</b>	<b>133.848,01</b>
<b>Nilai HSPK</b>					<b>1.072.382,54</b>

Jenis Pekerjaan : Perkerasan Kaku dengan Manual  
**(Beton K-400 , Bahu Dalam)**

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 13. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Beton K-400 untuk  
 Bahu Dalam

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	2,100	O.H	85.000	178.500
	Mandor	0,084	O.H	130.000	10.920
	Kepala Tukang	0,035	O.H	110.000	3.850
	Tukang	0,035	O.H	100.000	3.500
				<b>Jumlah</b>	<b>196.770</b>
B	BAHAN				
	Semen Portland	595,34	Kg	1.937,50	1.153.173,58
	Pasir Beton	0,5024	m <sup>3</sup>	236.400	118,767,36
	Kerikil	0,744	m <sup>3</sup>	245.400	182.577,60
	Air Tawar	215	Liter	150	32.250
				<b>Jumlah :</b>	<b>1.486.768,54</b>
C	ALAT				
	Concrete Vibrator	0,0578	Jam	51.650	2.985,38
	Truck Mixer	0,1162	Jam	824.650,57	95.824,40

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Alat Bantu Manual	0,0168	Jam	5.000	84
				<b>Jumlah :</b>	<b>98.893,78</b>
<b>Nilai HSPK</b>					<b>1.782.432,32</b>

Jenis Pekerjaan : Perkerasan *Joint Sealant*

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 14. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan *Joint Sealant*

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
<b>A</b>	<b>UPAH</b>				
	Pekerja	0,0763	O.H	85.000	6.477
	Mandor	0,0152	O.H	130.000	1.976
				<b>Jumlah</b>	<b>8.453</b>
<b>B</b>	<b>BAHAN</b>				
	Aspal	1,061	Kg	12.000	12.730,80
<b>C</b>	<b>ALAT</b>				
	Compresor	0,0476	Jam	244.642,53	10.692,98
	Sewa alat bsntu (3ser)	0,0476	Jam	5.000	238



No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
				<b>Jumlah :</b>	<b>10.930,98</b>
<b>Nilai HSPK</b>					<b>32.114,78</b>

Jenis Pekerjaan : Pembesian (**Dowel, Polos**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 15. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan *Dowel* Menggunakan Tulangan Polos

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	<b>UPAH</b>				
	Pekerja	0,0070	O.H	85.000	595.000
	Mandor	0,0004	O.H	130.000	52
	Kepala Tukang	0,0007	O.H	110.000	77
	Tukang Besi	0,0070	O.H	100.000	700
				<b>Jumlah</b>	<b>1.424</b>
B	<b>BAHAN</b>				
	Besi Beton Polos	1,05	Kg	13.050	13.702
	Kawat Beton	0,015	Kg	17.290	259,35
				<b>Jumlah :</b>	<b>13.961,85</b>
<b>Nilai HSPK</b>					<b>15.385,85</b>

Jenis Pekerjaan : Pembesian (**Tiebar, Ulir**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 16. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan *Tiebar* menggunakan Tulangan Ulir

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	0,0070	O.H	85.000	595.000
	Mandor	0,0004	O.H	130.000	52
	Kepala Tukang	0,0007	O.H	110.000	77
	Tukang Besi	0,0070	O.H	100.000	700
				<b>Jumlah</b>	<b>1.424</b>
B	BAHAN				
	Besi Beton Ulir	1,05	Kg	13.550	14.227,50
	Kawat Beton	0,015	Kg	17.290	259,35
				<b>Jumlah :</b>	<b>14,486,85</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>15.910,85</b>

Jenis Pekerjaan : Pembesian (**Wiremesh**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 17. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan *Wiremesh*

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	0,0250	O.H	85.000	2.125
	Mandor	0,001	O.H	130.000	130
	Kepala Tukang	0,002	O.H	110.000	220
	Tukang Besi	0,0250	O.H	100.000	2.500
				<b>Jumlah</b>	<b>4.975</b>
B	BAHAN				
	Jaringan Kawat Baja	1,020	Kg	12.500	12.750
	Kawat Beton	0,050	Kg	17.290	864,50
				<b>Jumlah :</b>	<b>18.589,50</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>15.910,85</b>

Jenis Pekerjaan : Drainase

(Galian dan Pemimbunan Tanah Biasa)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 18. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Galian dan Penimbunan Tanah Biasa

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	0,0037	O.H	85.000	314,50
	Mandor	0,0073	O.H	130.000	949
				<b>Jumlah</b>	<b>1.263,50</b>
B	ALAT				
	Excavator	0.0256	Jam	708.337,30	18.133,43
	Dump Truck	0.3344	Jam	336.246,16	
				<b>Jumlah :</b>	<b>18.133,43</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>19.396,93</b>

Jenis Pekerjaan : Drainase

**(Batu Kali Belah 15/20 (1pc:1pp))**

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 19. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Batu Kali Belah 15/20  
(1pc:1pp)

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	1,50	O.H	85.000	127.500
	Mandor	0,075	O.H	130.000	9.750
	Kepala Tukang	0,075	O.H	110.000	8.250
	Tukang Batu	0,750	O.H	100.000	75.000
				<b>Jumlah</b>	<b>220.500</b>
B	BAHAN				
	Semen Portland	10.224	Kg	1.937,50	18.133,43
	Pasir pasang	0,485	m <sup>3</sup>	223.450	108.373,23
	Batu Kali Pecah 15/20 cm	1,200	m <sup>3</sup>	180.850	217.020
				<b>Jumlah :</b>	<b>716.768,25</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>937.268,25</b>

Jenis Pekerjaan : Drainase

(Plesteran (1pc:1ps Tebal 15 mm))

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 20. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Plesteran (1pc:1ps Tebal 15mm)

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	UPAH				
	Pekerja	0,300	O.H	85.000	25.500
	Mandor	0,015	O.H	130.000	1.950
	Kepala Tukang	0,015	O.H	110.000	1.650
	Tukang Batu	0,150	O.H	100.000	15.000
				<b>Jumlah</b>	<b>44.100</b>
B	BAHAN				
	Semen Portland	10.224	Kg	1.937,50	19.809
	Pasir pasang	0,020	m <sup>3</sup>	223.450	4.469
				<b>Jumlah :</b>	<b>24.278</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>68.378</b>

Jenis Pekerjaan : Drainase

**(Plesteran (1pc:1ps Tebal 15 mm))**

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 21. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan Plesteran 1pc:1ps  
Tebal 15 mm

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	BAHAN				
	Thermoplastic	0,540	Kg	31.000	16.740
	Glassbeads	0,072	m <sup>3</sup>	28.500	2.052
	Ongkos Pengecatan	1.00	m <sup>3</sup>	8.712,50	8.712,50
				<b>Jumlah :</b>	<b>27.504,50</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>27.504,50</b>

Jenis Pekerjaan : Finishing (**Mobilisasi**)

Satuan m<sup>2</sup>

Tabel 6. 22. HSPK Mojokerto 2016 Pekerjaan *Finishing* (mobilisasi)

No	Komponen	Sat	Koef.	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
	Mobilisasi	-	-	-	10.000.000
				<b>Jumlah :</b>	<b>10.000.000</b>
			<b>Nilai HSPK</b>		<b>10.000.000</b>

Tabel 6. 23. Analisa Harga Satuan dan Upah

<b>ANALISA HARGA SATUAN DAN UPAH</b>			
<b>No</b>	<b>Komponen</b>	<b>Satuan</b>	<b>Harga Satuan (Rp)</b>
<b>A.</b>	<b>UPAH</b>		
1	Mandor	Orang Hari	130.000
2	Kepala Tukang	Orang Hari	110.000
3	Tukang	Orang Hari	100.000
4	Tukang Batu	Orang Hari	100.000
5	Tukang Besi	Orang Hari	100.000
6	Tukang Kayu	Orang Hari	100.000
7	Tukang Cat	Orang Hari	100.000
8	Operator Alat Berat	Orang Hari	110.000
9	Pembantu Operator	Orang Hari	85.000
10	Pekerja	Orang Hari	85.000
<b>B</b>	<b>BAHAN / MATERIAL</b>		
1	Batu Kali Pecah 15/20	Kg	180.850
2	Semen Portland	Kg	1.937
3	Pasir Pasang	m <sup>3</sup>	223.450
4	Agregat Kasar	m <sup>3</sup>	261.373,19
5	Aspal	Kg	12.000
6	Keroisene	Liter	1.650
7	Agregat A	m <sup>3</sup>	279.891,84
8	Minyak Tanah	Liter	14.650



ANALISA HARGA SATUAN DAN UPAH			
No	Komponen	Satuan	Harga Satuan (Rp)
9	Kerikil	m <sup>3</sup>	245.400
10	Air Tawar	Liter	150
11	Besi Beton Ulir	Kg	13.550
12	Besi Beton Polos	Kg	13.050
13	Kawat Beton	Kg	17.290
14	Dolken Kayu Gelam dia. 8-10 cm, p=4m	Batang	23.900
15	Kayu Meranti Usuk 4/6,5/7	m <sup>3</sup>	5.740.300
16	Paku Biasa	Kg	21.000
17	Besi Blat Strip	Kg	13.500
18	Pasir Pasang	m <sup>3</sup>	223.450
19	Pasir Beton	m <sup>3</sup>	236.400
20	Koral Beton	m <sup>3</sup>	245.400
21	Bata Merah	Buah	950
22	Seng Plat	Lebar	50.750
23	Jendela Nako	Daun	25.850
24	Kaca Polos Tb. 3 mm	m <sup>2</sup>	112.150
25	Kunci Taman Biasa	Buah	74.400
26	Plywood 4 mm	Lembar	126.350

ANALISA HARGA SATUAN DAN UPAH			
No	Komponen	Satuan	Harga Satuan (Rp)
27	Thermoplastic	Kg	31.000
28	Galssbeads	Kg	28.500
29	Kayu Papan	m <sup>3</sup>	6.415.650
30	Kayu Balok	m <sup>3</sup>	5.132.500
31	Paku 4-7 cm	Kg	21.000
32	Cat meni	Kg	54.250
33	Plamir Kayu	Kg	36.600
34	Amplas Kayu	Lembar	4.800
35	Kuas Cat	Buah	11.650
36	Cat Kayu	Kg	77.500
37	Batu Split Pecah Mesin 3/5	m <sup>3</sup>	245.400
38	<i>Median concrete Barrier</i>	Unit	1.500.000
39	Seng Gelombang	Lembar	78.930
<b>C</b>	<b>PERALATAN</b>		
1	<i>Concrete paver</i>	Jam	637.808,89
2	<i>Wheel loader</i>	Jam	579.263,86
3	<i>Excavator</i>	Jam	708.337,30
4	<i>Compressor 4000-</i>	Jam	224.642,53

ANALISA HARGA SATUAN DAN UPAH			
No	Komponen	Satuan	Harga Satuan (Rp)
	6500 L/M		
5	Concrete Vibrator	Jam	51.650,18
6	<i>Water Tank 300-4500L</i>	Jam	343.415,25
7	<i>Batching Plan</i>	Jam	846.746,59
8	<i>Dump Truck</i>	Jam	336.248,16
9	<i>Tire Roller</i>	Jam	603.287,59
10	<i>Tandem Roller</i>	Jam	372.124,41
11	<i>Motor Grader</i>	Jam	716.346,34

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*

## **BAB VII PENUTUP**

### **7.1 KESIMPULAN**

Dari hasil analisa dan perhitungan dalam perencanaan Jalan Tol Surabaya-Mojokerto STA 8+000 – 11+000 maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari analisa kebutuhan kapasitas jalan didapat :
  - a. Jalan Tol Mojokerto – Kertosono di rencanakan dengan:
    - ) Pembagian Lajur = 6 lajur 2 arah terbagi median (6/2 D)
    - ) Lebar Lajur = 3.6 m
    - ) Lebar Jalur = 3 x 3.6 m
    - ) Lebar Bahu Dalam = 1.5 m
    - ) Lebar Bahu Luar = 3 m
  - b. Nilai derajat kejenuhan pada awal umur rencana (2018) adalah sebesar 0.15 sedangkan nilai derajat kejenuhan pada akhir umur rencana (2048) adalah sebesar 0.84. dengan syarat DS 8.5, maka perencanaan pembagian lajur 6/2 D sudah memenuhi, tidak memerlukan pelebaran jalan sampai akhir umur rencana.
2. Dari hasil hitungan kontrol geometrik jalan dengan mengacu pada Pekerjaan Umum Direktorat Jendral Bina Marga (No.007/BM/2009) sebagai berikut :
  - a. Alinyemen Horizontal  
 $R_{Rencana} = 6000 \text{ m} > R_{min} = 365 \text{ m}$  (Memenuhi Syarat)
  - b. Alinyemen Vertikal  
Berdasarkan analisa kelandaian trase jalan diperoleh sebesar 3%, jika kelandaian trase jalan < 5% maka dapat di asumsikan tidak mengalami lengkung cembung maupun lengkung cekung.
3. Dari hasil perhitungan tebal perkerasan diperoleh :
  - a. Direncanakan jalan Tol Mojokerto – Kertosono Sesi II menggunakan Beton Bertulang Tanpa Tulangan (BBTT)

- b. Lapis pondasi bawah menggunakan Lean Concrete setebal 10 cm
  - c. Perhitungan tebal plat dengan metode Pd-T-14.2003 diperoleh ketebalan plat sebesar 29 cm dengan total prosentase fatik sebesar 0 % dan prosentase analisa erosi sebesar 5.7 %. Sedangkan perhitungan tebal plat dengan metode AASHTO 1993 diperoleh ketebalan plat sebesar 30 cm. Sehingga digunakan tebal perkerasan metode Pd-T-14-2003 sebesar 26 cm.
  - d. Perkerasan kaku menggunakan dowel (ruji) dengan diameter 36 mm, panjang 450 mm dan jarak antar dowel 300 mm.
  - e. Perkerasan kaku menggunakan tiebar (batang pengikat) dengan diameter 16 mm, panjang 700 mm, dan jarak antar tiebar 750 mm.
  - f. Sebagai perkuatan untuk mengatasi keretakan digunakan wiremesh M5.
4. Berdasarkan analisa terhadap data-data yang dibutuhkan, hitungan lalu lintas rencana, spesifikasi Jenis Kendaraan, parameter desain tebal perkerasan, tingkat perencanaan, analisa penerimaan desain, dan kondisi drainase. Dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan cara perhitungan antara metode AASHTO 1993 dan Pd-T-14-2003, metode AASHTO 1993 membutuhkan CBR tanah dasar dan Modulus elastisitas Beton sedangkan Pd-T-14-2003 membutuhkan CBR tanah dasar efektif dan kuat tarik lentur beton. Faktor lajur dan arah memiliki nilai koefisien yang berbeda pada Metode AASHTO 1993 sedangkan pada Pd-T-14-2003 faktor dan arah hanya memiliki satu nilai yang sama. Parameter desain metode AASHTO 1993 adalah Reliability dan Serviceability sedangkan Pd-T-14-2003 CBR tanah efektif. Metode AASHTO 1993 menggunakan tingkat reabilitas sebagai *safety factor* sedangkan Pd-T-14-2003  $F_{KB}$  (Faktor Keamanan Beban). Metode AASHTO 1993 menggunakan nilai kumulatif beban kendaraan dalam

perencanaan tebal perkerasan dengan memperhitungkan kondisi drainase sedangkan metode Bina Marga Pd-T-14-2003 dalam perhitungan ketebalannya menganalisa setiap beban jenis kendaraan dan tanpa memperhitungkan kondisi drainase.

5. Dari hasil perhitungan dimensi saluran drainase diperoleh:
  - a. Saluran Tepi  
Saluran menggunakan material pasangan batu kali 15/20 dengan plesteran 15 mm berbentuk persegi dengan dimensi  $b = 1 \text{ m}$  dan  $H = 1 \text{ m}$
  - b. Saluran tengah  
Saluran menggunakan material pasangan batu kali 15/20 dengan plesteran 15 mm berbentuk persegi dengan dimensi  $b = 0.5 \text{ m}$  dan  $H = 0.6 \text{ m}$
6. Total Rencana anggaran biaya untuk perencanaan jalan tol Mojokerto – Kertosono sesi II untuk STA 8+000 – 11+000 sebesar Rp 87.011.114.545.76

## 7.2 SARAN

1. Perencanaan menggunakan Metode Pd-T-14-2003 menggunakan bantuan nomogram sehingga untuk pengerjaan membutuhkan ketelitian, atau dapat dengan mengubah nomogram tersebut menjadi persamaan sehingga dapat memudahkan proses pengerjaan.
2. Perencanaan tebal perkerasan dan lebar lajur pada perencanaan tugas akhir ini hanya sampai tahun 2048, maka setelah tahun 2048 perlu diadakan evaluasi ulang mengenai penambahan lajur atau tebal perkerasan yang digunakan.
3. Perlu dilakukan pula evaluasi pelebaran saluran tepi dan tengah setelah berakhir umur rencana, menggunakan data curah hujan yang lebih *update*.

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*



## DAFTAR PUSTAKA

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2009. *“Perencanaan Geometrik Jalan Bebas Hambatan untuk Jalan Tol”*. Jakarta.

Directorate General Of Highway, ministry Of Public Work, Japan International Agency (JICA). 2007. *“The Final Report, The Study on Public-private partnership Scheme for Trans Java Toll Road in Indonesia”*.

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Bina Marga. 2014. *“Pedoman Kapasitas Jalan Indonesia (PKJI)”*. Jakarta.

Departemen Pekerjaan Umum Direktorat Jenderal Bina Marga. 2003. *“Perkerasan Beton Semen Pd-T-14-2003”*. Jakarta

AASHTO, American Assosiation of State Highway and Trasportation Officials. 1993. *“Guide for Design of Pavement Structures”*.

Badan Standarisasi Nasional. 1994. *“Tata Cara Perencanaan Drainase Jalan”*. Jakarta.

Departement Pekerjaan Umum Kota Mojokerto. 2014. *“Harga Satuan Pokok Kegiatan (HSPK)”*. Mojokerto.

*“Halaman ini sengaja di kosongkan”*

## **LAMPIRAN**

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Eka Indriani, lahir di Surabaya, 17 Desember 1995. Penulis telah menempuh pendidikan formal di SD Muhammadiyah 5 Surabaya, SMP Negeri 4 Surabaya dan SMA Negeri 1 Surabaya. Setelah lulus, penulis melanjutkan pendidikan pendidikan di Diploma III Teknik Infastruktur Sipil Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember pada tahun 2014 dengan NRP 3114030007. Penulis mengambil konsentrasi studi Bangunan Transportasi. Penulis pernah aktif dalam beberapa

organisasi Mahasiswa yaitu HMDS (Himpunan Mahasiswa Diploma Teknik Sipil ITS). Selain itu penulis juga aktif dalam berbagai kepanitiaan yang ada selama menjadi mahasiswa di Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Penulis juga pernah mengikuti Seminar dan kuliah Tamu baik yang diadakan oleh fakultas, himpunan, maupun luar Institut. Penulis pernah mengikuti kerja Praktek pada proyek PU Bina Marga Provinsi Jawa Timur pada proyek “Preservasi dan rekontruksi Jalan Gempol – Pasuruan – Probolinggo” . penulis bisa dihubungi melalui email [indrianieka17@gmail.com](mailto:indrianieka17@gmail.com)

Assalamualaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, dengan kerja keras selama hampir 6 bulan ini akhirnya kami dapat menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga kedepannya tugas akhir yang kami kerjakan ini dapat memberikan manfaat untuk para pembaca, disini saya ingin mengucapkan terimakasih kepada pihak pihak yang terkait karena dengan bantuan merekalah tugas akhir dapat terselesaikan.

Kami mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. Sulchan Arifin M. Eng , selaku dosen pembimbing kami
2. Bapak Ir Dunat Indartmo, ST. MT , selaku dosen penguji kami
3. Dr. Machsus, ST. MT, selaku dosen penguji kami
4. Bapak Ngadari, Sp.d dan ibu Isnani Amd.Kep, selaku orang tua saya yang senantiasa memberikan dukungan baik moril maupun materil.
5. Dinda R. Sumbayak, selaku kakak senior saya yang banyak memberikan masukan – masukannya.
6. Ahmad Faqihul M., selaku patner TA saya yang banyak membantu dan mensupport saya.
7. Teman – teman BT 2014 yang saling mendukung satu sama lain, semoga tetap kompak selalu.

Demikian, mohon maaf atas segala kerukangan dalam tugas akhir ini. Semoga dapat dijadikan pembelajaran agar kedepannya tidak menjadi lebih baik lagi.

Wassalamualaikum. Wr.Wb .

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Ahmad Faqihul Muqodda. Lahir di Bangkalan Madura, 20 Juni 1996 merupakan anak bungsu dari 2 bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan format TK YKK Bangkalan, SDN Bancaran 02 Bangkalan, SMPN 1 Bangkalan, dan SMAN 4 Bangkalan. Setelah menempuh pendidikan SMA, penulis melanjutkan pendidikan di jurusan D III Teknik Sipil Departemen Teknik Infrastruktur Sipil Fakultas Volkasi ITS pada tahun 2014 dan terdaftar

dengan NRP. 3114030022. Penulis mengambil konsentrasi studi di Bangunan Trasportasi. Penulis juga mengikuti kerja praktek di PU Jalan Nasional pada Proyek Reservasi dan Rekontruksi Jalan Gempol-Pasuruan-Probolinggo. Selama studi 3 tahun penulis dapat menyelesaikan tugas akhir terapan ini dengan judul perencanaan ulang jalan Tol MOKER Sesi II Pada STA 8+000 – 11+000 menggunakan perkerasan kaku metode AASHTO 1993 dan Pd-T-14-2003.

Penulis bisa dihubungi di [faqihulm20@gmail.com](mailto:faqihulm20@gmail.com)

Alhamdulillah walaaila hailAllah Allahuakbar ....

Puji syukur kehadiran Allah telah memberi kelancaran dalam penulisan tugas akhir ini. Semoga tugas ini bermanfaat dan diberkahi Allah S.W.T.

Saya mengucapkan terimakasih kepada pihak pihak yang telah support dan membantu ikhtiar pengerjaan tugas akhir ini yaitu

1. Kedua orang tua Moh. Makhrus S.Pd., M.Si dan Atik Zainab S.Pd., M.Si yang telah memberikan support dan doa restu dalam penulisan tugas akhir ini alhamdulillah berhasil pak, buk.
2. Dosen pembimbing saya Bapak Ir. Sulchan Arifin., M.Eng yang telah membimbing dan memberi ilmu kepada saya sehingga tugas akhir bisa terselesaikan. Terimakasih pak semoga Allah senantiasa memberi keberkahan, syafaat dan kesehatan untuk bapak. Aamiin.
3. PT. Utama Karya Infrastruktur dan PT. Cipta Strada yang telah berkenan memberikan data-data untuk support tugas akhir saya. Saya hanya bisa mendoakan semoga Allah senantiasa memberikan kelapangan rizki dan kerberkahan perusahaannya. Semoga perusahaan tersebut dapat memberi kebermanfaatan untuk masyarakat.
4. Teman teman bangunan transportasi 2014 yang telah support dan saling mendoakan semoga kita semua menjadi mahasiswa yang dapat menjawab permasalahan-permasalahan dunia dan meberikan kerbermafaatan untuk masyarakat.
5. Teman teman DS 35 yang telah support sekses semua rek yaaa ... barakallahu
6. Partner TA Eka Indriani sudah menyelesaikan TA ini. Semoga barokah yaa aamiin
7. Jamaah Masjid Al-Azhar (JMAA) yang telah membantu membentuk jadi diri ini. Ya allah berkahi dan lapangkan ilmu dalam majelis majelis JMAA terus erkembang

dakwah dakwah kreatif dan menciptakan pemuda qur'ani. Aaamiin.

8. Diploma Sipil Champion telah memberikan banyak ilmu manajemen dan pengembangan prestatif di kampus ITS MANYAR. Semoga barokah yaaa...
9. Terakhir terimakasih kepada semua pihak-pihak yang telah support pengerjaan tugas akhir ini dan terimakasih kepada pembaca maaf yaa kalau ini belum sempurna semoga bermanfaat.

Jazakumullahu khairan katshiran ...



